

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

«На правах рукопису»

УДК 621.311

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціалізації Системи електропостачання

на тему: «Підвищення надійності електропостачання підприємства харчової
промисловості»

Виконав:

студент VI курсу, групи ОЕ-371мп

Кочергін Павло Сергійович _____

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Замулко А.І. _____

Консультант з нормо контролю:

ас. Прокопенко І.Д _____

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Системи електропостачання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«_»_____20__р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Кочергіну Павлу Сергійовичу

1. Тема дисертації « Підвищення надійності електропостачання підприємства харчової промисловості »

науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Замулко А.І.,

затверджені наказом по університету від «05»листопада 2018 р. № 4089-с

2. Строк подання студентом дисертації 10 грудня 2018 року

3. Об'єкт: Система електропостачання (СЕП) підприємства (режими споживання електричної енергії) підприємства харчової промисловості.

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): Методи аналізу і оцінки впровадження локальної гібридної системи електроживлення задля підвищення надійності електроживлення об'єкта (підприємства кондитерської промисловості).

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

- провести аналіз технологічних процесів, режиму роботи та СЕП підприємства, розглянути технологічне обладнання підприємства, підтвердити актуальність безперервного гарантованого електричного живлення відповідної якості;
- провести детальний аналіз СЕП об'єкту, розрахувати існуюче електричне навантаження, навести добовий графік споживання, провести перевірочні розрахунки елементів існуючої СЕП, дослідити схему СЕП підприємства, запропонувати заходи удосконалення існуючої СЕП;
- проаналізувати методи та технічні заходи щодо надання безперебійного електричного живлення об'єкту, сформулювати варіанти СЕП з урахуванням використання гібридних систем електричного живлення та відновлювальних джерел енергії, запропонувати вузлові рішення гібридної СЕП суто для підприємства ТОВ «Київський БКК»;

- розробити інноваційні підходи щодо застосування методів та технічних заходів для підвищення надійності електричного живлення підприємства ТОВ «Київський БКК».

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: *Презентація - наочні матеріали за результатами дослідження (схеми, графіки, таблиці, алгоритми розрахунків, методичні матеріали).*

7. Орієнтовний перелік публікацій: участь у науково-технічній міжнародній конференції із публікацією тез, доповідь на науково-технічній конференції із публікацією доповіді.

8. Консультанти розділів дисертації :

Нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.

9. Дата видачі завдання: 18 квітня 2018 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Провести аналіз технологічних процесів, режиму роботи та СЕП підприємства, розглянути технологічне обладнання підприємства.	10.18-14.10.18	
2	Огляд існуючих методів та підходів підвищення надійності енергозабезпечення промислових підприємств, дослідження відповідних джерел та літератури.	10.18-20.11.18	
3	Провести детальний аналіз СЕП, провести перевірочні розрахунки елементів існуючої СЕП, розглянути методи підвищення надійності електропостачання об'єкта.	10.18-28.10.18	
4	Пропозиції щодо удосконалення СЕП об'єкта, оцінити можливість впровадження СГЕ та аналіз варіантів СГЕ для існуючої СЕП підприємства.	10.18-06.11.18	
5	Сформулювати варіанти локальної СГЕ з урахуванням використання гібридних систем електричного живлення та відновлювальних джерел енергії, запропонувати вузлові рішення гібридної СЕП суто для підприємства ТОВ «Київський БКК».	11.18-18.11.18	
6	Розробка стартап проекту	19.11.18-23.11.18	
7	Оформлення дисертації	25.11.18-02.12.18	
8	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	03.12.18-07.12.18	
9	Передзахист МД	10.12.18-14.12.18	
10	Захист дисертації	17.12.18-20.12.18	

Студент

Кочергін П.С.

Науковий керівник дисертації
А.І.

к.т.н. доц. Замулко

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи. Магістерська дисертація на тему: «Підвищення надійності електропостачання підприємства харчової промисловості» складається із вступу, 4 розділів, висновків та переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 110 сторінок основного тексту, в тому числі 20 рисунки, 29 таблиць, 30 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми. На сьогодні питання підвищення надійності електрозабезпечення на підприємствах із неперервним технологічним процесом є одним із найбільш важливих напрямків розвитку сучасної енергетики України, оскільки навіть короточасні порушення у системі зовнішнього електропостачання можуть призвести до розладу складного технологічного процесу і серйозних матеріальних збитків.

Значна кількість процесів виробництва м'яких кондитерських виробів – технологічні, фізико-механічні та біохімічні мають певні особливості щодо протікання процесів, для реалізації яких використовується електрична енергія. Особливістю цих сучасних технологічних процесів в харчовій промисловості є необхідність забезпечення їх безперервності, оскільки навіть нетривалі порушення або відключення від мережі можуть призвести до розладу складного технологічного процесу та серйозних матеріальних збитків, і як наслідок, це вимагає створення умов для надійного та безперервного постачання електричної енергії потрібної якості. При цьому слід враховувати, що надійність системи електропостачання суттєво залежить від будови її схеми, об'єму акумульованої потужності і ефективності переходу системи гарантованого електропостачання у аварійний режим.

З іншого боку зростання вартості електричної енергії актуалізує питання пошуку можливостей використання відновлювальних джерел для забезпечення надійного енергозабезпечення із урахуванням специфіки

кондитерської та хлібопекарської індустрій. Актуальність впровадження автономних систем для забезпечення якості електроенергії та надійного електричного живлення у харчовій промисловості ґрунтується на вивченні якісних та кількісних потоків електроенергії у технологічних процесах харчової промисловості, їх оптимізації з метою створення таких методів управління ефективністю та надійністю системи електропостачання, які б враховували особливості та специфіку функціонування споживачів кондитерської індустрії і при цьому гарантували:

- задоволення попиту на споживання електричної енергії з метою постійного зростання продуктивності технологічних процесів та, як наслідок, корисного виробітку продукції виробництвом;
- підвищення ефективності виробництва харчової промисловості шляхом управління надійністю електропостачання та якістю електричної енергії;
- безаварійну роботу автоматизованих систем у важливих технологічних процесах, порушення яких може привести до виготовлення неякісної продукції, погіршення умов зберігання продукції та сировини, затримки транспортування напівфабрикатів, упаковки, сировини, людей і т.д.

Нажаль, дотепер не знайшло, у науковій літературі, відображення питання функціонування підприємств харчової промисловості, у тому числі підприємств з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання, в умовах ринку електричної енергії. Тому основною метою дисертації є розробка комплексного підходу до формування системи гарантованого електрозабезпечення для системи електропостачання підприємства з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконані в дисертації дослідження відповідають напряму «Енергетика та

енергоефективність» Закону України № 2519-VI від 09.09.2010 р. «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки», стратегічним пріоритетним напрямом інноваційної діяльності в Україні на 2003-2013 роки «Модернізація електростанцій; Нові та відновлювані джерела енергії; Новітні ресурсозберігаючі технології» Закону України № 3715-VI від 08.09.2011 р. «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», Комплексній програмі НТУУ «КПІ» «Енергетика сталого розвитку» і направленості тематики НДР кафедри електропостачання НТУУ «КПІ».

Метою магістерської дисертації є розробка комплексного підходу до формування системи гарантованого електрозабезпечення для системи електропостачання підприємства з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання задля підвищення надійності електропостачання, у тому числі із використанням відновлюваних джерел енергії.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

- аналіз технологічних процесів, режиму роботи та системи електропостачання підприємства, розгляд технологічного обладнання підприємства, підтвердження актуальності проблеми підвищення надійності електричного живлення;
- детальний аналіз системи електропостачання об'єкту, розрахунок існуючого електричного навантаження та наведення добового графіка споживання, проведення перевірочних розрахунків елементів існуючої системи електропостачання, дослідити схему системи електропостачання підприємства, пропозиції щодо заходів удосконалення існуючої системи електропостачання, оцінювання можливості впровадження локальної гібридної системи гарантованого енергозабезпечення на об'єкті;

- аналіз методів та технічних заходів щодо надання безперебійного електричного живлення об'єкта, формування варіантів систем гарантованого електропостачання з урахуванням використання гібридних систем електричного живлення та відновлювальних джерел енергії, надання вузлових рішень гібридної системи гарантованого електроживлення суто для підприємства ТОВ «Київський БКК»;
- розробка інноваційних підходів щодо застосування методів та технічних заходів для підвищення надійності електричного живлення підприємства ТОВ «Київський БКК».

Об'єктом дослідження є система електропостачання (СЕП) підприємства та режими споживання електричної енергії.

Предметом дослідження є методи аналізу і оцінки впровадження локальної гібридної системи електроживлення задля підвищення надійності електроживлення об'єкта.

Методи дослідження. Методичною основою дисертації є комплекс загальнонаукових та спеціальних методів, а саме: теоретичні методи, експериментальні дослідження, критеріальний метод вибору та імітаційне моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні комплексного підходу формування системи гарантованого електричного живлення на підприємстві харчової промисловості з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання задля підвищення надійності електроживлення та управління споживанням об'єкта у години добових лімітів, із дотриманням концепції активного споживача ринку електроенергії.

Практичне значення роботи. Розроблені варіанти схемних рішень щодо комплексного формування локальної гібридної системи електрозабезпечення суто під індивідуального об'єкта та можливість її

впровадження у існуючу систему електропостачання промислового підприємства задля підвищення надійності електропостачання та мінімізації періоду простою виробництва і матеріальних збитків.

Апробація результатів дисертації. Результати магістерської дисертації були оприлюднені:

- I Науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ від 21.11.2018 р., Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".
- XIV Міжнародна конференція «Контроль і управління в складних системах – КУСС'18» від 15.10.2018 р., Вінницький національний технічний університет.

Публікації. За результатами досліджень було опубліковано:

- Кочергін П.С. Аналіз систем забезпечення електричною енергією підприємства харчової промисловості // Збірник матеріалу конференції: I Науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ від 21.11.2018 р..
- Кочергін П.С., Замулко А.І. Підвищення надійності електропостачання підприємства харчової промисловості // <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22701>

Для виконання розрахунків у розділі 2 та 3 магістерської дисертації використовувалось наступне програмне забезпечення: MS Excel.

Ключові слова: підприємство харчової промисловості, електроенергія, система електропостачання, надійність електропостачання, відновлювані джерела енергії, локальна система електрозабезпечення, автоматичне введення резерву.

ABSTRACT

Structure and scope of work. Master's dissertation on the topic: «Improving the reliability of the power supply of the food industry factory» consists of an introduction, 4 chapters, conclusions and a list of sources used. The total volume of work consists of 110 pages of the main text, including 20 drawings, 29 tables, 30 bibliographic titles in the list of references.

Actuality of theme. Today, the issue of increasing the reliability of electrical supply at enterprises with a continuous technological process is one of the most important directions of development of modern energy of Ukraine, as even short-term violations in the system of external power supply can lead to a disruption of the complex technological process and serious material losses.

A significant number of processes for the production of soft confectionery products - technological, physico-mechanical and biochemical - have certain features regarding the processes taking place for the implementation of which electrical energy is used. The peculiarity of these modern technological processes in the food industry is the need to ensure their continuity, because even short-term violations or disconnection from the network can lead to a disruption of the complex technological process and serious material damage, and as a result, it requires the creation of conditions for reliable and continuous supply of electric energy of the required quality. It should be borne in mind that the reliability of the system of electricity significantly depends on the structure of its scheme, the amount of accumulated power and the efficiency of transition of the system of guaranteed power supply into emergency mode.

On the other hand, the increase of the cost of electric energy will raise the issue of finding opportunities for using renewable sources to ensure reliable energy supply, taking into account the specifics of the confectionery and bakery industries. The urgency of the implementation of autonomous systems for ensuring the quality of electricity and reliable power supply in the food industry

is based on the study of qualitative and quantitative flows of electricity in the technological processes of the food industry and their optimization in order to create such methods for managing the efficiency and reliability of the power supply system that take into account the peculiarities and specifics of functioning consumers of the confectionery industry and at the same time guaranteed:

- satisfaction of demand for electricity consumption in order to continuously increase the productivity of technological processes and, consequently, the useful production of production;
- increasing the efficiency of food industry production by controlling the reliability of electricity supply and the quality of electric energy;
- trouble-free work of automated systems in important technological processes, the violation of which can lead to the production of poor quality products, deterioration of storage conditions for products and raw materials, delays in the transportation of semi-finished products, packaging, raw materials, people, etc.

Unfortunately, until now, it was not found in the scientific literature that the question of the functioning of food industry enterprises, including enterprises producing soft confectionery products of short-term storage, in the conditions of the market of electric energy, was reflected. Therefore, the main purpose of the dissertation is to develop a comprehensive approach to the formation of a guaranteed electric supply system for the power supply system of the enterprise for the manufacture of soft confectionery products of a non-durable shelf-life.

Relationship of work with scientific programs, plans, themes. The research completed in the dissertation corresponds to the direction «Energy and Energy Efficiency» of the Law of Ukraine No. 2519-VI of 09.09.2010 «On Priority Areas of Science and Technology Development», Strategic Priority Areas of Innovation Activity in Ukraine for 2003-2013 «Modernization of Power Plants; New and renewable sources energy; Newest resource-saving technologies» of the Law of Ukraine No. 3715-VI dated September 08.2011 «On

Priority Areas of Innovation Activity in Ukraine», Integrated Program of NTUU «KPI» «Energy of Sustainable Development» and directions of research topics of the Department of Electrical Supply of NTUU «KPI».

The purpose of the master's thesis is to develop a comprehensive approach to the formation of a guaranteed electric supply system for the power supply system of the enterprise for the manufacture of soft confectionery products of a non-durable shelf life in order to increase the reliability of electricity supply, including the use of renewable energy sources.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- analysis of technological processes, operating conditions and power supply systems of the enterprise, consideration of technological equipment of the enterprise, confirmation of the urgency of the problem of increasing the reliability of electric power supply;
- detailed analysis of the electrical supply system of the facility, calculation of the existing electrical load and guiding the daily consumption schedule, conducting verification of the elements of the existing electricity supply system, investigating the scheme of the company's power supply system, proposals for measures to improve the existing electricity supply system, assessing the feasibility of introducing a local hybrid system of guaranteed energy supply on the object;
- analysis of methods and technical measures for provision of uninterruptible power supply of the facility, the formulation of variants of the guaranteed power supply system taking into account the use of hybrid electric power systems and renewable energy sources, provision of node solutions of the hybrid system of guaranteed power supply for the enterprise of the «KYIVSKYI BKK» LLC;
- development of innovative approaches to application of methods and technical measures for increase of reliability of electric power supply of the enterprise of «KYIVSKYI BKK» LLC.

The object of the study is the electricity supply system (EAP) of the enterprise and modes of electricity consumption.

The object of the research is the methods of analysis and evaluation of the implementation of a local hybrid power supply system in order to increase the reliability of the power supply of the object.

Research methods. Methodical basis of the dissertation is the complex of general scientific and technical methods, namely: theoretical methods, experimental research, criterial method of choice and simulation modeling.

The scientific novelty of the obtained results is to develop an integrated approach to the formation of a guaranteed electric supply system at the enterprise of the food industry for the manufacture of soft confectionery products of a short-term shelf life in order to increase the reliability of the power supply and control the consumption of the object in hours of daily limits, in compliance with the concept of the active consumer of the electricity market .

Practical value of work. The developed variants of the circuit decisions concerning the complex formation of the local hybrid electric supply system are strictly for the individual object and the possibility of its introduction into the existing electricity supply system of the industrial enterprise in order to increase the reliability of the electricity supply and minimize the period of production and material losses.

Approval of the results of the dissertation. The results of the master's thesis were made public:

- I Scientific and Technical Conference of Masters of IEE from 21.11.2018, the Institute of Energy Saving and Energy Management, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky".

- XIV International Conference "Control and Management in Complex Systems - CMCS'18" dated 10/15/2018, Vinnytsia National Technical University.

Publications. The results of the research were published by:

- Kochergin P.S. Analysis of systems providing electric energy of the food industry enterprise // Proceedings of the conference: I Scientific and Technical Conference of IEE Masters from 21.11.2018.
- Kochergin P.S., Zamulko AI Increasing the reliability of the power supply of the food industry enterprise // <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22701>

To perform calculations in sections 2 and 3 of the master's thesis, the following software was used: MS Excel.

Key words: food industry enterprise, electric power, electricity supply system, reliability of power supply, renewable energy sources, local power supply system, automatic reservoir introduction.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	16
ВСТУП.....	17
1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМНИМ ПИТАНЬ (НА ПРИКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «КИЇВСЬКИЙ БКК»).	22
1.1 Аналіз кондитерської індустрії (м'які кондитерські вироби).....	22
1.2 Загальні відомості про підприємство.....	27
1.3 Технологічні процеси та обладнання	31
1.4 Загальні питання підвищення надійності електроживлення підприємства.....	43
Висновки до розділу.....	47
2 ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	49
2.1 Аналіз системи електропостачання підприємства ТОВ «Київський БКК» та наведення режиму роботи об'єкта.....	50
2.2 Розрахунок потужності цеху на прикладі пічного відділення.....	58
2.3 Дослідження діючої системи електропостачання та оцінка можливості впровадження локальної гібридної системи електроживлення.....	71
Висновки до розділу.....	75
3 ФОРМУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТА.....	77
3.1 Аналіз методів та технічних заходів підвищення надійності електроживлення підприємства.....	78
3.2 Можливості реалізації системи гарантованого електроживлення та конкретні схемні рішення для системи електропостачання ТОВ «Київський БКК».....	85

3.3 Управління введенням в дію системи гарантованого електропостачання та обов'язкове обладнання для формування локальної гібридної системи живлення.....	96
Висновки до розділу.....	103
4 СТАРТАП-ПРОЕКТ. ЛОКАЛЬНА ГІБРИДНА СИСТЕМА ГАРАНТОВАНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА..	106
4.1 Етапи розроблення стартап-проекту.....	106
4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання..	107
4.3 Аналіз ринкових можливостей реалізації стартап-проекту.....	110
4.4 Розробка стратегії ринкового впровадження проекту.....	117
Висновки до розділу.....	119
ВИСНОВКИ.....	120
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	124

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АБ – акумуляторні батареї

АБЖ – агрегат безперервного живлення

АВР – автоматичний ввід резерву

АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії

БУ – блок управління

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ДГУ – дизель-генераторна установка

ДЕС – дизельна електростанція

ЕП - електроприймач

ЛСЕ – локальна система електроживлення

НДР – науково-дослідна робота

ПС – підстанція електрична

РП – розподільчий пункт

РШ – розподільча шафа

СБЕ – система безперервного електроживлення

СГЕ – система гарантованого електропостачання

СЕП – система електропостачання

СЕС – сонячна електростанція

СП – силовий пункт

ТМ – трансформатор силовий масляний

ТП – трансформаторна підстанція

ШР – шафа байпасу

ШМА – шино провід магістральний змінного струму

ЩО – щит освітлення

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогодні питання підвищення надійності електрозабезпечення на підприємствах із неперервним технологічним процесом є одним із найбільш важливих напрямків розвитку сучасної енергетики України, оскільки навіть короточасні порушення у системі зовнішнього електропостачання можуть призвести до розладу складного технологічного процесу і серйозних матеріальних збитків.

Значна кількість процесів виробництва м'яких кондитерських виробів – технологічні, фізико-механічні та біохімічні мають певні особливості щодо протікання процесів, для реалізації яких використовується електрична енергія. Особливістю цих сучасних технологічних процесів в харчовій промисловості є необхідність забезпечення їх безперервності, оскільки навіть нетривалі порушення або відключення від мережі можуть призвести до розладу складного технологічного процесу та серйозних матеріальних збитків, і як наслідок, це вимагає створення умов для надійного та безперервного постачання електричної енергії потрібної якості. При цьому слід враховувати, що надійність системи електропостачання суттєво залежить від будови її схеми, об'єму акумульованої потужності і ефективності переходу системи гарантованого електропостачання у аварійний режим.

З іншого боку зростання вартості електричної енергії актуалізує питання пошуку можливостей використання відновлювальних джерел для забезпечення надійного енергозабезпечення із урахуванням специфіки кондитерської та хлібопекарської індустрій. Актуальність впровадження автономних систем для забезпечення якості електроенергії та надійного електричного живлення у харчовій промисловості ґрунтується на вивченні якісних та кількісних потоків електроенергії у технологічних процесах харчової промисловості, їх оптимізації з метою створення таких методів управління ефективністю та надійністю системи електропостачання, які б

враховували особливості та специфіку функціонування споживачів кондитерської індустрії і при цьому гарантували:

- задоволення попиту на споживання електричної енергії з метою постійного зростання продуктивності технологічних процесів та, як наслідок, корисного виробітку продукції виробництвом;
- підвищення ефективності виробництва харчової промисловості шляхом управління надійністю електропостачання та якістю електричної енергії;
- безаварійну роботу автоматизованих систем у важливих технологічних процесах, порушення яких може привести до виготовлення неякісної продукції, погіршення умов зберігання продукції та сировини, затримки транспортування напівфабрикатів, упаковки, сировини, людей і т.д.

Нажаль, дотепер не знайшло, у науковій літературі, відображення питання функціонування підприємств харчової промисловості, у тому числі підприємств з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання, в умовах ринку електричної енергії. Тому основною метою дисертації є розробка комплексного підходу до формування системи гарантованого електрозабезпечення для системи електропостачання підприємства з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконані в дисертації дослідження відповідають напряму «Енергетика та енергоефективність» Закону України № 2519-VI від 09.09.2010 р. «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки», стратегічним пріоритетним напрямом інноваційної діяльності в Україні на 2003-2013 роки «Модернізація електростанцій; Нові та відновлювані джерела енергії; Новітні ресурсозберігаючі технології» Закону України № 3715-VI від 08.09.2011 р. «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в

Україні», Комплексній програмі НТУУ «КПІ» «Енергетика сталого розвитку» і направленості тематики НДР кафедри електропостачання НТУУ «КПІ».

Метою магістерської дисертації є розробка комплексного підходу до формування системи гарантованого електрозабезпечення для системи електропостачання підприємства з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання задля підвищення надійності електропостачання, у тому числі із використанням відновлюваних джерел енергії.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

- аналіз технологічних процесів, режиму роботи та системи електропостачання підприємства, розгляд технологічного обладнання підприємства, підтвердження актуальності проблеми підвищення надійності електричного живлення;
- детальний аналіз системи електропостачання об'єкту, розрахунок існуючого електричного навантаження та наведення добового графіка споживання, проведення перевірочних розрахунків елементів існуючої системи електропостачання, дослідити схему системи електропостачання підприємства, пропозиції щодо заходів удосконалення існуючої системи електропостачання, оцінювання можливості впровадження локальної гібридної системи гарантованого енергозабезпечення на об'єкті;
- аналіз методів та технічних заходів щодо надання безперебійного електричного живлення об'єкта, формування варіантів систем гарантованого електропостачання з урахуванням використання гібридних систем електричного живлення та відновлювальних джерел енергії, надання вузлових рішень гібридної системи

гарантованого електроживлення суто для підприємства ТОВ «Київський БКК»;

- розробка інноваційних підходів щодо застосування методів та технічних заходів для підвищення надійності електричного живлення підприємства ТОВ «Київський БКК».

Об'єктом дослідження є система електропостачання (СЕП) підприємства та режими споживання електричної енергії.

Предметом дослідження є методи аналізу і оцінки впровадження локальної гібридної системи електроживлення задля підвищення надійності електроживлення об'єкта.

Методи дослідження. Методичною основою дисертації є комплекс загальнонаукових та спеціальних методів, а саме: теоретичні методи, експериментальні дослідження, критеріальний метод вибору та імітаційне моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні комплексного підходу формування системи гарантованого електричного живлення на підприємстві харчової промисловості з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання задля підвищення надійності електроживлення та управління споживанням об'єкта у години добових лімітів, із дотриманням концепції активного споживача ринку електроенергії.

Практичне значення роботи. Розроблені варіанти схемних рішень щодо комплексного формування локальної гібридної системи електрозабезпечення суто під індивідуального об'єкта та можливість її впровадження у існуючу систему електропостачання промислового підприємства задля підвищення надійності електропостачання та мінімізації періоду простою виробництва і матеріальних збитків.

Апробація результатів дисертації. Результати магістерської дисертації були оприлюдненні:

- I Науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ від 21.11.2018 р., Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".
- XIV Міжнародна конференція «Контроль і управління в складних системах – КУСС'18» від 15.10.2018 р., Вінницький національний технічний університет.

Публікації. За результатами досліджень було опубліковано:

- Кочергін П.С. Аналіз систем забезпечення електричною енергією підприємства харчової промисловості // Збірник матеріалу конференції: I Науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ від 21.11.2018 р..
- Кочергін П.С., Замулко А.І. Підвищення надійності електропостачання підприємства харчової промисловості // <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22701>

1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМНИМ ПИТАНЬ (НА ПРИКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «КИЇВСЬКИЙ БКК»)

1.1 Аналіз кондитерської індустрії (м'які кондитерські вироби)

Харчова промисловість України являє собою сукупність галузей промисловості, підприємства яких виробляють продукти харчування, а також тютюнові вироби, мийні засоби та мило, косметичну продукцію. Ця важлива галузь промисловості будь-якої держави, формує продовольчу безпеку країни, забезпечуючи своє населення необхідними товарами для існування.

До харчової промисловості належать понад 40 галузей і виробництв, серед яких основні [2]:

- м'ясна промисловість;
- молочна промисловість;
- цукрова промисловість;
- борошномельно-круп'яна промисловість;
- хлібопекарна промисловість;
- кондитерська промисловість;
- макаронна промисловість;
- олійно-жирова промисловість;
- рибна промисловість;
- плодоовочева промисловість;
- крохмале-патокова промисловість;
- соляна промисловість;
- консервна промисловість;
- спиртова промисловість;
- виноробна промисловість;
- пиво-безалкогольна промисловість;
- харчоконцентратна промисловість.

Підвищення обсягу виробництва та споживання борошняних кондитерських виробів за останні роки свідчить про те, що ця група виробів займає важливе місце в структурі харчування населення України. Рецептурний склад даних виробів піддається регулюванню, що дозволяє на їх основі створювати продукти харчування, які відповідають традиційним вимогам до споживчих властивостей і сучасним вимогам науки про харчування [3].

Таблиця 1.1 - Індеси промислового виробництва для окремих підгруп харчової промисловості (% до попереднього періоду) [4]

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Виробництво хліба, хлібобулочних і борошняних виробів	96,5	89,5	86,9	97,7	96,9
Виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництво борошняних кондитерських виробів, тортів і тістечок нетривалого зберігання	93,6	93,5	91,1	96,2	91,3
Виробництво сухарів і сухого печива; виробництво борошняних кондитерських виробів, тортів і тістечок тривалого зберігання	100,8	82	79,9	100,5	105

Як бачимо із таблиці 1.1 та рисунку 1.1, харчова промисловість з року в рік нарощує обсяги виробництва, але ринок харчових продуктів, у тому числі кондитерських виробів, вимагає введення різноманітності у

асортимент продукції, і як висновок - пошуку виробниками нових технологій та використання нових продуктів.

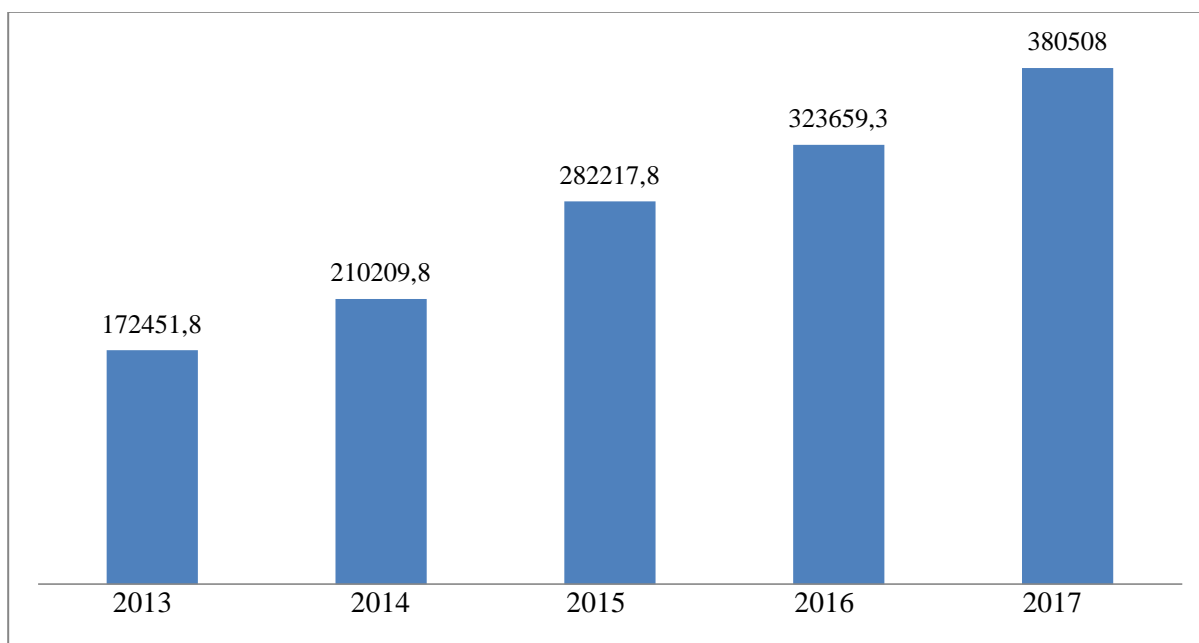


Рисунок 1.1 - Об'єм реалізації продукції харчової промисловості по роках (млн. грн.) [5]

Перспективним напрямком при розробці борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності є використання борошняних композитних сумішей із зернобобових і олійних культур. Суміші складаються з різних компонентів, кількість і співвідношення яких залежать від їх призначення, що дозволяє створити нові види продуктів на основі взаємного збагачення їх складових [3].

Кондитерська промисловість - галузь харчової промисловості, підприємства якої виготовляють кондитерські вироби, основна продукція якої, борошняні кондитерські вироби — печиво, пряники, торти, тістечка, кекси, рулети, вафлі тощо; цукристі та м'які кондитерські вироби — карамель, цукерки м'які, шоколад та шоколадні вироби, пастило-мармеладні вироби, халва й східні солодоці, ірис, драже [25].

Сировиною для кондитерських виробів є продукція цукрової, борошномельно-круп'яної, молочної, виноробної та інших галузей господарства.

Особливостями кондитерської промисловості можна вважати:

- залежність від географічного фактору та територіального попиту на продукцію;
- представленість як великими підприємствами, так і малими;
- виробництво несе собою масовий характер;
- наявність індивідуального підходу виробництва до кожного виду продукції;
- важкість ланцюга ціноутворення;
- високий рівень конкуренції;
- високі вимоги до якості продукції та сировини;
- залежність від імпоротної сировини;
- можливість автоматизації виробництва на більшості етапів.

Значна кількість процесів виробництва м'яких кондитерських виробів – технологічні, фізико-механічні та біохімічні мають певні особливості щодо протікання процесів, для реалізації яких використовується електрична енергія. Особливістю цих сучасних технологічних процесів в харчовій промисловості є необхідність забезпечення їх безперервності, оскільки навіть нетривалі порушення або відключення від мережі можуть призвести до розладу складного технологічного процесу та серйозних матеріальних збитків.

Ринок кондитерських виробів в Україні є ринком, який динамічно розвивається, оскільки, з одного боку, передові компанії витісняють менш потужних гравців, а з іншого – постійно з'являються нові гравці, які створюють конкурентне середовище [26].

Ринок кондитерської продукції умовно ділиться на три основних сегменти: цукристі, борошняні і шоколадні вироби. Найзначніший

сегмент — цукристі кондитерські вироби (карамель, драже і цукерки). Сегмент борошняних виробів (печива, вафлі, тістечка, торти і крекери) займає до 38,6% всього обсягу продукції, а сегмент шоколадних виробів — 5,7%. Практично всі товарні групи кондитерської промисловості розвиваються завдяки освоєнню виробниками нових рецептур, поліпшенню технологічного обладнання та автоматизації виробничих ліній [26].

Найбільшими виробниками кондитерських виробів в Україні є компанії: «РОШЕН», «АВК», «Світоч», «Крафт Фудз Україна», «Конті», «Лукас», «Жако», «Київський БКК», «Монделіз Україна», «Харківська бісквітна фабрика».

В останні роки найпомітніше розширився асортимент шоколаду плиткового (за рахунок пористого і високоякісного тонкого); шоколадних цукерок (завдяки розвитку пралінових начинок); шоколадних батончиків (особливо вафельної групи); рулетів, бісквітів (у тому числі бісквітного печива), глазуrowаного печива й печива з начинкою.

Упродовж багатьох років, починаючи з серпня-вересня, в кондитерській промисловості спостерігаються сезонні тенденції нарощування виробництва і розширення асортименту в кожній із товарних груп. Також сезонність відслідковується у попиту на продукцію «солодкої» індустрії, а саме: місяці з вересня по травень — період високого та помірного попиту, місяці з червня по серпень — період низького попиту.

Загальний обсяг виробництва підприємств складає більше 1 млн. т. продукції на рік, що дозволяє повністю забезпечити потреби внутрішнього ринку та експортувати значні обсяги продукції закордон. Галузь є одним із провідних споживачів української сільськогосподарської сировини — цукру, борошна, яєць, крохмалопатоки, фруктів та ягід, молочних продуктів тощо — на яку забезпечує значний та базовий попит. Також рецептура залежить від імпоротної сировини, а саме: горіхів, какао-бобів та сумішей, харчових добавок (смакових і ароматичних), закордонних фруктів та цукатів тощо.

Сьогодні український кондитерський ринок майже нічим не відрізняється від європейського, оскільки вітчизняні виробники пропонують різноманітний асортимент кондитерської продукції своїм споживачам. Тим самим постійно скорочуючи загальний імпорт солодощів в Україну [27]. Вироблених обсягів готової продукції підприємств кондитерської індустрії України більш ніж достатньо для задоволення внутрішнього попиту, тому значні об'єми експортуються у країни Європи, Далекого та Близького Сходу, США та Канади. Для цього на підприємствах, які мають бажання вийти на новий ринок та прийняти нові економічні перспективи, впроваджуються та функціонують системи менеджменту якості за версією ISO 9001:2008 і вище та управління безпечністю харчових продуктів ISO 22000:2005 і вище. ISO 9001 – це міжнародний стандарт якості, що оцінює організацію менеджменту на підприємстві. Зосереджений на постійному поліпшенню системи управління якістю. У свою чергу, ISO 22000 – це міжнародний стандарт в області безпечності продовольства та харчових продуктів. У ньому зосереджені аспекти інформування, управління системою та контролю ризиків для харчової безпечності. Стандарт об'єднав принципи, на яких заснована система аналізу загроз та встановлення критичних контрольних точок НАССР та заходи по впровадженню цієї системи.

1.2 Загальні відомості про підприємство

Прикладом успішного підприємства харчової промисловості вітчизняного виробника, яке спеціалізується по випуску тортів та тістечок (сектор – борошняних кондитерських виробів) – є підприємство ТОВ «Київський БКК», що має значну долю ринку цієї групи продуктів народного вжитку України. Виробництво знаходиться у місті Києві у Святошинському районі. Асортимент налічує 33 рецептурних позицій та 50 видів продукції.

ТОВ «Київський БКК» постачає свою продукцію по всій Україні, а асортимент доступний майже у всіх торгових мережах країни (АТБ, БІЛЛА, ВАРУС, ФОРА, ФУРШЕТ, СІЛЬПО, НОВУС, ФОЗЗІ, METRO та ін.). Також компанія співпрацює із дистриб'юторами у Європі, Північній Америці і Близького Сходу.

Виробництво відбувається завдяки професійно-вибудуваного послідовного технологічного процесу. Основними елементами послідовного конвеєру являються люди (працівники виробничих ліній), але деякі процеси автоматизовані. Підприємство працює цілодобово, впроваджено двозмінний графік роботи. В основному у дві зміни працює лінія «Еклер» (заварні), інколи – пічне відділення. Відділення оформлення тортів та виробництво інших тістечок працює виключно у денну зміну. Графік роботи бригад відділень – 2/2. Експедиція – також працює цілодобово. Картонажна дільниця – тільки денні зміни, 5/2.

Щодоби підприємство виготовляє та надає експедиції 14-20 т готової упакованої продукції (в залежності від обсягів замовлень). До готової продукції відносяться дві категорії: торти та тістечка.

Звісно невід'ємну роль виробництва відіграють електроенергія та природний газ. До складу ТОВ «Київський БКК» входить власна котельня та трансформаторна підстанція (ТП). Централізоване опалення та гаряче водопостачання на об'єкті відсутнє, тому із вимог надійності постачання гарячої води є власна котельня, яка за допомогою двох водогрійних котлів Е-1-0,9Г (2003 та 1999 року виробництва) покриває попит у опаленні у холодний сезон та у гарячому водопостачанні на технологічні та санітарно-побутові потреби протягом року. Споживання природного газу підприємством становить більше 550 000 м. куб. на рік.

Підприємство живиться від ТП-3977 класу напруги 10/0,4 кВ, до складу якої входять два трансформатори масляні – ТМ-630. ТП має два вводи: з ТП-3461 та з ТП-3350. Підприємство відноситься до

електроприймачів II-ої категорії. Клас напруги на підприємстві 380 В та 220 В. Комерційний облік ведеться за допомогою АСКОЕ, за одноставковим тарифом. Щоденне споживання електроенергії підприємства - у межах 5000-6000 кВт·год. Обсяг споживання становить близько 2 000 000 кВт·год.

До складу підприємства входять дві основні будівлі, а саме: офісна будівля (4 пов.), будівля кондитерського цеху (4 пов.). У офісній будівлі знаходиться енергоефективний офіс для працівників на останніх двох поверхах, а у кондитерському цеху – на відповідних поверхах розмістилися виробничі відділення із виконанням відповідних технологічних етапів.

На четвертому (останньому) поверсі розміщується пічне відділення. Тут відбувається дозування інгредієнтів тіста та зважування, змішування тіста із додаванням харчових добавок у тістомісильних машинах, дозування тіста у форми та посадка деко у печі, випічка, відстійка та охолодження напівфабрикатів, поздовжня порізка напівфабрикатів на шари. Основними споживачами електроенергії на цій дільниці є: система подачі борошна, система вентиляції, установки ліфтів, тістомісильні машини, дробарки горіхів, роторні газові печі «Восход», тунельні печі ПХС, тунельна піч «Лазер».

На третьому поверсі розміщується оформлювальне відділення та дільниця тістечок. Тут відбувається дозування інгредієнтів та взбивання крему, збірка тортів та перемашування кремом, варіння сиропів із натуральних ягід, готування мас для тістечок, їх формування, глазурування та упаковка, глазурування тортів та їх упаковка. Основними електроспоживачами третього поверху є: установки ліфтів, сироповарочні котли, котли охолодження сиропів, темперуючі машини для помадки, кремозбивальні машини (16 шт.), піч РРР на лінії «Еклер» (1 шт.), плити електричні, міксери, парогенератор, холодильні камери, системи кондиціонування та вентиляції, лінія «Трюфельні», обандеролювальні машини, транспортери стрічкові.

На другому поверсі розміщуються картонажна дільниця, матеріальний склад, майстерні електриків та механіків, лабораторії та кабінети керівників та інших працівників. На картонажній дільниці відбувається збірка коробок та упаковок для тортів і тістечок. Шість напіваавтоматів склеюють частини коробок для тортів, але перед цим оператор закладає потрібні заготовки у відповідні місця. Працює ця дільниця 8-12 годин на добу та 5 днів на тиждень. Усі напіваавтомати працюють на стисненому повітрі. Основними електричними споживачами є: компресор стисненого повітря, ліфти, напіваавтомати складання коробок, стерилізатори.

На першому поверсі розміщуються рампа прийому сировини та матеріалів, експедиція, склади сировини, склади готової продукції, компресорні та бойлерна. Із камер зберігання на першому поверсі мають місце: низькотемпературна камера для зберігання масла (-10°C), низькотемпературна камера для зберігання готової продукції (-20°C), морозильна камера для зберігання масла (-2°C), шість холодильних камер готової продукції експедиції ($+6^{\circ}\text{C}$), дві холодильних камер зберігання сировини ($+3^{\circ}\text{C}$). Холод для холодильних камер експедиції генерують 5 холодильних агрегатів. Для низькотемпературних – 4 холодильних агрегатів. Для морозильної – 2 холодильні агрегати, які також у свою чергу, генерують холод для морозильної камери на третьому поверсі.

Окрім виробничих та операційних відділень, також є котельня, пральне відділення та пропускний пункт. У котельній основними електроспоживачами є: насоси циркуляційні для ГВП, насос підвищуючий, димососи, котли газові Е-1-0,9-Г (1999 та 2003 років випуску). У пральному відділенні: парогенератор, сушарний барабан, гладильний прес, центрифуга, пральна машина, освітлення.

1.3 Технологічні процеси та обладнання

Підприємствам кондитерської промисловості, що виробляють борошняні кондитерські вироби недовготривалого терміну зберігання (торти, рулети та тістечка) притаманне випуск продукції у вигляді, у якому його бачить кінцевий споживач. Тобто усі етапи виробництва від початку до кінця здійснюються на самому підприємстві. Такими етапами можна вважати:

- прийом та зберігання сировини та матеріалів у відповідних умовах на складах та площах підприємства;
- розробка рецептури та проведення лабораторних досліджень та експериментів;
- транспортування сировини до місця дозування та зважування;
- готування тіста та випічка коржів (напівфабрикатів) та заготовок для тістечок;
- готування кремів, сиропів, джемів;
- збірка тортів та тістечок, перемашування кремами, додавання начинок;
- збірка або виготовлення упаковки для продукції;
- процес упаковки виробів у тару та обандеролювання;
- зберігання готової продукції при відповідних умовах;
- завантаження у автомобілі та відправка кінцевому споживачу (експедиція).

Якраз, підприємство ТОВ «Київський БКК» слідує повному технологічному циклу виробництва своєї продукції.

Все починається із заведення ПЕР та холодної води. Електроенергія на підприємстві від ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі», природний газ йде по комунікаціям ПАТ «Київгаз» але постачальниками виступають різноманітні компанії, що виграли тендер по вартості обсягів на визначений

термін, холодна вода відбирається від мережі ПрАТ «АК Київводоканал» і скид стічних вод та стоків відбувається у відповідну каналізаційну систему.

Холодна вода підготовлюється системою очищення та підготовки води, така процедура обов'язкова для підготовки води для задоволення технологічних та рецептурних вимог, для гарячого водопостачання та опалення.

Що стосується сировини та матеріалів, то все починається із визначення характеристик та властивостей (складання технічного завдання або вимоги до сировини). Далі проводяться тендерні торги, в результаті яких обирається постачальник, яких доставляє узгоджені матеріали та сировину у потрібних обсягах на склад підприємства. Перед прийомом сировини на склад, працівник лабораторії бере пробні партії на експрес аналіз та дослідження до лабораторії, на відповідність заявлених властивостей, визначення належної якості та відсутність шкідливих речовин. Коли зразки пройшли контроль, вони приймаються на склад підприємства ТОВ «Київський БКК».

Зберігання сировини або матеріалів відбувається у відповідних умовах:

- масло вершкове, фрукти та ягоди – низькотемпературні та морозильні камери із низькою вологістю;
- згущене молоко, харчові добавки, харчові концентрати - холодильні камери;
- цукор, харчові добавки, інші сипучі, вино, коньяк, цукати, горіхи – сухий склад сировини;
- борошно – сухі бункера;
- матеріали, плівка та картонні заготовки – сухий матеріальний склад.

Далі відповідна сировина та продукти транспортується на ліфтах на відповідні ділянки для приготування та дозування. Шлях від сировини до

готової продукції наведемо поетапно із зазначенням технологічних процесів та обладнання, яке наведене у таблиці 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 та 1.6.

Так як основна продукція підприємства торти, то доцільно почати із його «життєвого шляху». Борошно завдяки системі подачі борошна транспортується у проміжні силоси пічного відділення із яких, по потребі, можна здійснювати відбір у потрібних обсягах. Відбувається це за рахунок пульта керування подачі, каналам транспортування та стисненому повітрю.

Інша сировина (дріжджі, цукор, сіль, білок сухий, яйця, меланж, розпушувач, горіхи тощо) подається ліфтами із складу сировини (першого поверху) до дозувального приміщення пічного відділення (четвертого поверху). Там інгредієнти ретельно зважуються на електронних вагах та подаються партіями у відповідній тарі працівникам-тістомісам згідно замовлення. У свою чергу, тістоміси змішують інгредієнти згідно рецептури у чанах тістомісильних машин та вмикають їх для перемішування тіста із дотриманням пауз (періодичних зупинок тістомісильної машини) згідно технології виготовлення для відпочинку маси або додавання горіхів, які мелються на дробарках (3 шт.). Тістомісів – 4 працівника, котрі виконують процес збивання тіста на 16 тістомісильних машинах, чан якої – 80 - 100 л кожний.

Таблиця 1.2 – Основне обладнання цеху (4 поверх)

№ п/п	Найменування обладнання	Марка або тип	Потужність, кВт	Кількість
1	Тістомісильна машина	ТММ-100	2,2	16
2	Тістомісильна машина	Прима-160Р	9,5	1
3	Просіювач		0,2	1
4	Плита		16	2
5	Дозатор	ДВА ТКМ8	1	1
6	Дробарка горіхів		2,2	2
7	Відсадочна машина	Mimas Eurodrop	1,1	1

Продовження таблиці 1.2

8	Шафа обробки горіхів УФ-прменями	1475x700	0,5	1
9	Міксер	B5	1,1	1
10	Міксер	VARIMIXER BEAR	2,2	1
11	Тістомісильна машина	TM-1	9,5	1
12	Бісквіторізальна машина		1	2
13	Дробарка для горіхів	МДО	2,2	1
14	Дробарка для крихти		2,2	2
15	Тунельна піч	LASER FCT	10	1
16	Просіювач борошна		1	1
17	Система подачі борошна		7	1
18	Піч тунельна (газова)	ПХС-25М	5,5	2
19	Кулер		2,2	2
20	Піч ротаційна (газова)	Мусон-ротор 99MP	2,5	11
21	Ліфт вантажний		9	4

Після завершення процесу змішування, чан із масою транспортується до місця посадки тіста у форми, після чого форми завантажуються у відповідні печі. У пічному відділенні для випічки використовуються тільки газові печі. Є тунельні печі («Лазер», ПХС №2, ПХС №3) на под яких рядами викладаються форми заготовок та роторні (Муссон-Ротор «Восход» - 11 шт.), у які завантажуються вагонетка із деками. Процес випічки відбувається при температурі від 130°C до 200°C та періодом випікання від 30 до 90 хвилин.

У якості пальників усіх печей використовуються наступне обладнання:

- піч «Лазер» - один пальник RIELLO RS34 – 1 піч;

- піч «ПХС» - два пальника Baltur Sparkgas 20 – 2 печі;
- піч «PPP», лінія «Еклер» - Welshaupt WG20N/1-C – 1 піч;
- піч «МУССОН-Ротор» - один пальник ELCO EN 676 – 11 печей.

Після випічки, напівфабрикати транспортуються до приміщення вирізки та відстійки, де напівфабрикати вручну вирізаються із форм (кілець) та складаються у вагонетках, де відстоюються, тим самим втрачаючи зайву вологість та остигають до потрібної температури завдяки примусовій подачі чистого повітря. Після чого, відбувається повздовжня порізка заготовки та шари.

Із пічного відділення білкові та бісквітні напівфабрикати транспортуються ліфтами на третій поверх до оформлювального відділення. Тут готуються усі начинки, сиропи, наповнювачі, креми, грильяжі, желе тощо. Сиропи варяться із ягід у сироповарочних котлах (7 шт.), грильяжі – виготовляються у електричних печах БПР (2 шт.), креми заварюються у заварочних котлах (2 шт.) та змішуються у кремозбивальних машинах (16 шт.), помадки готуються у темперуючих машинах (2 шт.). У оформлювальному відділенні у режимі живого конвеєру на довгих столах (3 шт.) із стрічковими транспортерами (3 шт.) відбувається процес збірки тортів, а саме змащування шарів та кінцеве оформлення та оздоблення. Тому на ділянці оформлення гарне освітлення. Торт «Грильяжний» додатково глазурується темним або білим шоколадом та додатково проходить через охолоджуючий тунель. Після чого усі торти кладуть до упаковки та обандеролуються стрічками на обандеролювальних машинах (6 шт.) у картонажному відділенні.

Паралельно процесу збірки тортів, у оформлювальному відділенні є лінії тістечок. На ТОВ «Київський БКК» їх є декілька: «Трюфельні», «Бісквітно-кремові», «Профітролі» та «Еклер».

На лінії «Трюфельні» все починається із дозування та змішування інгредієнтів у міксерах для готування маси (бісквітна крихта, крем, какао

добавки харчові, такі як стружка кокосу, вишня, молочні начинки). Після того як маса стала рівномірної, її завантажують у формувальну машину, яка у автоматичному режимі формує з маси – одинарні тістечка у формі краплі, після чого транспортер конвеєром їх доставляє до ділянки глазурування, а далі через охолоджуючий тунель усі готові тістечка оператором складаються у коробки.

На лінії «Бісквітно-кремові» алгоритм такий же: замішується маса на основі бісквітної крихти та какао, далі формується форма екструзійно-формуальною машиною RHEON, посипається подрібленим арахісом, крихною какао-бісквіту або глазурується темним шоколадом.

Процес виготовлення «Профітролі» - тісно пов'язаний із пічним та оформлювальним відділеннями. У пічному відділенні тісто формується автоматично на деко завдяки відсадочній машині MIMAK Eurodrop. Після чого вагонетка із 21 деко випікається у газовій роторній печі. У оформлювальному відділенні, завдяки шприц-дозатору GAMI R260s, кожне тістечко начиняється вручну плombsірним кремом.

Основне обладнання оформлювального відділення (3 поверх) перераховане у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Основне обладнання цеху (3 поверх)

№ п/п	Найменування обладнання	Марка або тип	Потужність, кВт	Кількість
1	Подрібнювач	МП-160, "Продмаш"	3	1
2	Подрібнювач грильязу вальцева	"ФОРМ", "ФРМ",	2,2	1
3	Маслорізальна машина	IC-14	4	1
4	Холодильна камера	Unifrigor	0,8	1
5	Плита		18	3
6	Тістомісильна машина	ТМ-63	2,2	1

Продовження таблиці 1.3

7	Машина відсаджувальна	RHEON KN170	1,5	1
8	Холодильна камера	Mondial freddo, PC0010	0,7	1
9	Морозильна камера -15 -25°C	Unifrigor, AGN 1D 070 IN	0,8	1
10	Стрічковий транспортер	Ширина - 500мм	2,2	4
11	Глазурувальна машина	ME.TRA MT25	5	1
12	Охолоджувальний тунель	ME.TRA TF 250	1,5	1
13	Глазурувальна машина	Futura chocolate machine RD25	1,5	1
14	Охолоджувальний тунель	Futura cooling tunnel TF25	1,5	1
15	Автоматична формуюча машина	ANKO SD-97- Choko	1	1
16	Глазурувальна машина	ME.TRA R/D25	1,5	1
17	Лінія охолодження кондиторських виробів	CT-88/420	1,5	1
18	Кремозбивальна машина	CONTI PL 120 FV	3	1
19	Машина для приготування крему (тепл.маш.)	DE DANIELI C30E	8	1
20	Кремозбивальна машина	TEKNO STAMAP ECO- LINE	2,2	1
21	Різка	Robot coupe CL50	1	1
22	Газова хлібопекарна піч	PPP 1 10.212, Du, №557, 2013	8	1
23	Машина кондиторська	BB-MKY,	17	1
24	Дозатор тіста	ОДТ-01, Робочий тиск - батм	стиснене повітря	1
25	Лінія заварних тістечок типу "Еклер"	ОВТ-01	стиснене повітря	1
26	Дозатор крема	A2-ШЛЭ	стиснене повітря	1
27	Ємкість для харчових мас (приготування сиропів)	BB - ЄПМ157 M-02, BI-BA	18	6

Продовження таблиці 1.3

28	Ємкість для харчових мас (охолодження сиропів)	BB - ЄПМ 152-03, BI-BA	7	5
29	Кремозбивальна машина	CONTI CHEF 20, №9503385	3	2
30	Кремозбивальна машина	KCM-100	2,2	10
31	Кремозбивальна машина	DELL'ORO Mescolatrice	2,2	1
32	Котел	KBME-250M	8	1
33	Ємкість для харчових мас	BB-ЄП11М,	9	1
34	Міксер планетарний	AR140/VL3, Denmark	3	1
35	Кремозбивальна машина	DELLO'RO MESCOLATRICE	2,2	3
36	Темперувальна машина (кремоварка)	DE DANIELI C502E	6	2
37	Пральна машина	ELECTROLUX EWS 1477 FDW	2,2	2
38	Стерилізатор	ГП-80	12	1
39	Посудомийна машина	LO480	8	2
40	Повітроохолоджувач	ECO REFRIGERAZIONE	0,3	3
41	Мийка для рук	540x620	1,5	11
42	Агрегат водогрійний парогенеруючий	АВПЭ.ПРТ 60/45-0.4-151,	45	1
43	Вантажний електричний під'ємник	Шахтний, вантаж.під. - 250кг	8	2
44	Система кондиціювання	лінія "Еклер"	8	2
45	Система кондиціювання	дільниця оформл. тортів	32	1

Лінія «Еклер» являється майже повністю автоматизованою лінією. Спочатку змішується та заварюється у заварочному котлі машини BB-МКУ. Вручну тісто скидається у резервуар відсадочної машини (дозатора тіста),

яка у автоматичному режимі безперервно відсаджує та формує заготовки тістечок (18 заготовок) на под печі РРР. Процес випікання відбувається у тунельній газовій печі у двох зонах. Після випічки напівфабрикати попадають у транспортер на якому встановлено шприц дозатор, який починає по шість заготовок за раз. Далі транспортер проходить через глазурувальну машину я відсаджує на тістечко помадку. Тістечка складаються у коробки і оператор перекладає на вагонетку усі коробки. Усі транспортери та шприци дозатори, відсадочні машини приводяться у рух зарахунок стисненого повітря.

Мийка маслорізального приміщення, столів кондитерських, обладнання лінії «Еклер» та інших вузлів які виготовляють різний вид продукції – виконується зарахунок пари водяної, яка генерується парогенератором АВПЕ.ПРТ-45. Також 2 рази на місяць відбувається санітарні зміни та виварки кілець форм для заготовок пічного відділення.

Усі вагонетки із коробками (у коробках готова продукція) спускаються на вантажних ліфтах до картонажного відділення (другий поверх цеху), де продукція обандеролюються (напайка стрічки або упаковка ящиків у плівку) та приймає вигляд завершеного продукту, до вигляду якого звик споживач.

Картонажне відділення являє собою стратегічну дільницю на цеху. Картонні заготовки (бокова частина та кришка круга), вручну завантажуються до напівавтомату, який автоматично зклеює усі частини коробки (окремо нижня частина коробки та верхня) розігрітим клеєм. На дільниці мається шість напівавтоматів котрі безперервно у роботі, які працюють зарахунок системі стисненого повітря. Із-за наявності парів клею та високої температури у робочій зоні операторів напівавтоматів – над кожною зоною встановлені зонди потужної витяжної системи. Прямокутні коробки складаються вручну, тому на цій дільниці гарне освітлення.

Основне обладнання другого поверху наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Основне обладнання цеху (2 поверх)

№ п/п	Найменування обладнання	Потужність, кВт	Кількість
1	Компресор Dalgakiran	15	1
2	Компресор Balma Lt-270	5,5	1
3	Компресор Balma Lt-500	7,5	1
4	Напівавтомат	5	6
5	Система вентиляції (карт.дільн.)	10	1

Готова і запакована продукція спускаються на вагонетках вантажними ліфтами до експедиції (перший поверх цеху) для недовготривалого зберігання до відправлення споживачеві із рампи. Зберігання продукції відбувається у одній низькотемпературній камері (-20°C) та у шести холодильних камерах ($+6^{\circ}\text{C}$) експедиції. Також, як вже зазначалося, на першому поверсі цеху є камери зберігання сировини, а саме: низькотемпературна камера для зберігання масла (-10°C), морозильна камера для зберігання масла (-2°C), дві холодильних камер зберігання сировини ($+3^{\circ}\text{C}$). Холод для холодильних камер експедиції генерують п'ять холодильних агрегатів. Для низькотемпературних – чотири холодильних агрегатів. Для морозильної – два холодильні агрегати, які також у свою чергу, генерують холод для морозильної камери на третьому поверсі (тимчасова камера зберігання масла у оформлювальному відділенні).

Основне обладнання першого поверху наведено у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Основне обладнання цеху (1 поверх)

№ п/п	Найменування обладнання	Марка або примітки	Потужність, кВт	Кількість
1	Агрегат низькотемпературної камери	Bitzer, склад готової продукції	10	3
2	Агрегат низькотемпературної камери (масло)	Frascold, склад сировини	9	1
3	Агрегат холодильна камери (кексова)	Bitzer, склад готової сировини	9	2
4	Агрегат холодильної камери (експедиція)	Frascold, склад готової продукції	12	3
5	Агрегат морозильної камери	Frascold, склад готової продукції	9	2
6	Повітряні завіси	Рампа експедиції	2	14

Також у цеху є невиробничі приміщення, а саме: дві лабораторії, майстерні електромонтерів та слюсарів ремонтно-механічної бригади, компресорна, основний бункер борошна – другий поверх; бойлерна, електрична трансформаторна підстанція (ТП), пудромольне приміщення, приміщення підготовки яйцепродуктів – перший поверх.

На території також розташована прибудови до складу яких входять котельня, пральна дільниця та газорозподільчий пункт (ГРП). Основні споживачі перелічені у таблиці 7.

У котельні є два водогрійні газові котли Е-1,0/0,9-Г (1999 та 2003), які гріють воду на ГВП та на опалення, система підготовки та очищення води, два теплообмінники пластинчастих, два насоси циркуляційних, насос підвищуючий, які забезпечують тиск у системі опалення до 8 кг/см².

Пральне відділення - це незамінна дільниця у санітарному житті підприємства, яка відповідає за чистоту одягу персоналу та відсутність бактерій на формі. Після того як брудний одяг після кожної зміни здається

кожним працівником особисто для прання, контейнер із брудним одягом доставляється до пральної дільниці. Там одяг замочується, переться у пральній машині у гарячій воді, потім віджимається у центрифугі, де позбавляється від води і завантажується до сушарного барабану, де гарячим повітрям сушиться вологий одяг. Після чого, кожний елемент одягу та форми прасується на гладильному пресі. Хотілося б зазначити, що гаряча вода у пральній машині, гаряче повітря у сушарному барабані та гарячі поверхні на гладильному пресі – нагріваються зарахунок пару від парогенератора АВПЕ.ПРТ-45, другим парогенератором на підприємстві. Основне обладнання підприємства, а саме невиробничих приміщень – наведено у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Основне обладнання цеху (невиробничі приміщення)

№ п/п	Найменування обладнання	Потужність, кВт	Кількість
1	Циркуляційний насос	3	2
2	Підвищуючий насос	7,5	1
3	Димосос	1,5	2
4	Пальники котла	1	2
5	Парогенератор	45	1
6	Пральна машина	4,4	1
7	Центрифуга	5,5	1
8	Сушарний барабан	5,5	1
9	Гладильний прес	5,5	1

Як бачимо, на підприємстві ТОВ «Київський БКК», електроенергія являє собою необхідний ресурс для забезпечення усього технологічного процесу виробництва, починаючи від роботи лабораторного обладнання та запуском пальників газових печей, закінчуючи самим виробництвом та

збереженням готової продукції (дотриманням умов). Хотілося б зазначити, що усі процеси наведені у цьому розділі відбуваються паралельно, а деякі - безперервно.

1.4 Загальні питання підвищення надійності електроживлення підприємства

Як вже було наведено, харчова промисловість з року в рік нарощує обсяги виробництва і ринок харчових продуктів, у тому числі кондитерських виробів, вимагає введення різноманітності у асортимент продукції, і як висновок - пошуку виробниками нових технологій та використання нових продуктів. Значна кількість процесів виробництва м'яких кондитерських виробів – технологічні, фізико-механічні та біохімічні мають певні особливості щодо протікання процесів (наведені у попередньому пункті), для реалізації яких використовується електрична енергія.

Особливістю цих сучасних технологічних процесів в харчовій промисловості є необхідність забезпечення їх безперервності, оскільки навіть нетривалі порушення або відключення від мережі можуть призвести до розладу складного технологічного процесу та серйозних матеріальних збитків, і як наслідок, це вимагає створення умов для надійного та безперервного постачання електричної енергії. Під наслідками відключення від мережі живлення, можна вважати наступні явища, які несуть за собою відповідні матеріальні збитки:

- не дотримання умов зберігання сировини – до 1 млн. грн.;
- не дотримання умов зберігання готової продукції – до 8 млн. грн.;
- не задоволення технологічних умов замісу та заварювання тіста та крему;
- відсутність процесу випічки, замісу мас та кремів;

- зупинка усіх процесів та простій усіх виробничих ліній – до 2,4 млн. грн.;
- зупинка подачі води, як холодної, так і гарячої та зупинка роботи котлів та процесу опалення;
- відсутність світла в усіх приміщеннях цеху та зупинка роботи кліматичних та витяжних систем повітря тощо.

Отже бачимо, що збитки за відсутності електроживлення підприємства до 24 годин становлять до 11,4 млн. грн. і це не рахуючи вартість утилізації зіпсованої сировини та готової продукції із холодильних камер складів.

При формуванні локальної мережі живлення гарантованого електроживлення слід враховувати, що надійність системи електропостачання суттєво залежить від будови її схеми, об'єму акумульованої потужності і надійності окремих елементів з урахуванням їх перевантажувальних характеристик.

З іншого боку, зростання вартості електричної енергії актуалізує питання пошуку можливостей використання відновлювальних джерел для забезпечення надійного енергозабезпечення із урахуванням специфіки кондитерської та хлібопекарської індустрій та фактом того, що тарифи для промислових споживачів вищі ніж для фізичних осіб та домогосподарств. Та наявність, у найближчому майбутньому, монополії ринку постачання електроенергії, і як наслідок – підвищення тарифів ще вище, тягне за собою актуальність впровадження автономних систем для забезпечення якості електроенергії та надійного електричного живлення у харчовій промисловості і ці заходи ґрунтуються на вивченні якісних та кількісних потоків електроенергії у технологічних процесах харчової промисловості, їх оптимізації з метою створення таких методів управління ефективністю та надійністю системи електропостачання, які б враховували особливості та

специфіку функціонування споживачів кондитерської індустрії і при цьому гарантували:

- задоволення попиту на споживання електричної енергії з метою постійного зростання продуктивності технологічних процесів та, як наслідок, корисного виробітку продукції виробництвом;
- підвищення ефективності виробництва харчової промисловості шляхом управління надійністю електропостачання та якістю електричної енергії;
- безаварійну роботу автоматизованих систем у важливих технологічних процесах, порушення яких може привести до виготовлення неякісної продукції, погіршення умов зберігання продукції та сировини, затримки транспортування напівфабрикатів, упаковки, сировини, людей і т.д.

Питанням забезпечення надійності постачання енергетичних ресурсів на підприємства промисловості України, у тому числі харчової промисловості, присвячено значна кількість наукових публікацій. Водночас, більшість з них стосується надійності електропостачання в контексті запровадженні на підприємстві системи контролю електроспоживанням, а також використання можливостей відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії.

Визначається, що у першу чергу, короточасне або тривале порушення електроживлення виробництва кондитерської промисловості може призвести до втрат та серйозних матеріальних збитків [6]. Особливо це питання загострюється в умовах використання в технологічних процесах продуктів, що швидко псуються.

Принциповим, є визначення ознак та особливостей технологічних процесів кондитерської індустрії, для створення концепції вирішення вищезазначених задач, проведення аналізу та оцінки впровадження різних заходів. У нас час ефективним засобом вирішення проблеми надійності

електропостачання і якості електроенергії для відповідальних споживачів є створення автономних систем електроживлення різних ступенів складності та структур [7].

Для вибору оптимального варіанта системи електропостачання важливим є вирішення трьох конкретних технічних та технічно-економічних задач, а саме визначення передбачуваних варіантів системи електроживлення; визначення капітальних інвестицій і річних експлуатаційних витрат, що відповідають кожному з варіантів автономних системи електроживлення; оцінки збитків підприємства-споживача від перерви в електропостачанні в залежності від надійності живлення [8].

Мова йде про те, що б підвищити надійність електроживлення підприємства створенням системи гарантованого електропостачання (СГЕ) та навіть частину процесів забезпечити своєю системою безперервного живлення, наприклад від акумуляторних батарей, що будуть акумулювати енергію від локальної сонячної електростанції. Впровадження СГЕ забезпечить гарантоване електричне живлення об'єкта у періоди часу коли від міської мережі електропостачання не буде відбуватися, то скоротити час до відновлення живлення до 120 секунд та взагалі безперервне і безвідмовне живлення найбільш чутливих споживачів енергії завдяки агрегату безперервного живлення (АБЖ).

На жаль, дотепер не знайшло, у науковій літературі, відображення питання функціонування підприємств харчової промисловості, у тому числі підприємств з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання, в умовах ринку електричної енергії. Не розкриті концепції щодо автономних локальних систем електрозабезпечення підприємства та систем резервного живлення на основі ВДЕ. Також залишилося поза увагою питання створення активного споживача на базі такого підприємства, тобто споживача, який має можливість самотійно генерувати та зберігати енергію [9].

Тому актуальність роботи «Підвищення надійності електроживлення підприємства харчової промисловості із виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання» підтверджується та доцільно буде провести аналіз та визначити принципи застосування та побудови технічних заходів та засобів підвищення надійності електропостачання об'єктів харчової промисловості у тому числі з використанням ВДЕ. Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені такі задачі:

- проведення аналізу існуючої системи електропостачання підприємства з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання та визначення можливих шляхів її модернізації для вирішення задачі підвищення надійності електропостачання з використанням технічних засобів;
- виконання дослідження системи обліку електричної енергії для встановлення можливості своєчасного моніторингу споживання/виробництва електроенергії;
- дослідження можливості застосування ВДЕ в умовах географічного розташування об'єктів та вимог ринку електричної енергії.

Висновки до розділу

У цьому розділі проведено аналіз кондитерської індустрії України, розгляне ні тенденції виробництва та збуту продукції цієї галузі харчової промисловості за останні роки, з яких видно, що для м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання (торти та тістечка) індекс промислового виробництва зростає, що свідчить про зростаючі обсяги виробництва, конкуренції на ринку та оптимізації технологічних процесів. Також на прикладі підприємства ТОВ «Київський БКК» був проведений аналіз об'єкту цієї галузі із наведенням обов'язкових та основних

технологічних процесів та схем, притаманним обладнанням та циклом роботи.

Але усі явища ефективності виробництва на таких підприємствах зосереджені на надійному та безвідмовному електропостачанні підприємства. Тому була висвітлена актуальність теми вирішення проблеми підвищення надійності електроживлення підприємства кондитерської індустрії на прикладі об'єкта ТОВ «Київський БКК» задля задоволення критеріїв, а саме: мінімізації часу простою підприємства, мінімізації прямих та непрямих матеріальних збитків, а головне – скорочення тривалості часу до включення електропостачання підприємства, тобто якомога швидше відновлення електроживлення об'єкта і, як варіант, резервування найбільш відповідальних процесів на окрему систему безперервного електропостачання.

2 ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

На основі аналізу кондитерської індустрії України та підтвердження актуальності проблеми підвищення надійності електроживлення підприємств відповідної галузі, визначивши із критеріями, які потрібно поліпшити завдяки впровадженню технічних заходів, а саме локальної гібридної системи електропостачання підприємства, треба вирішити завдання, щодо існуючої СЕП об'єкта та можливістю впровадження СГЕ із використанням ВДЕ у відповідних географічних умовах.

Метою розділу буде надання повної інформації щодо:

- детального опису та аналізу СЕП підприємства;
- дослідження режиму роботи підприємства та добового графіка навантаження;
- розрахунку існуючого електричного навантаження підприємства;
- детального електричного розрахунку цеху на прикладі пічного відділення;
- пропозицій щодо удосконалення існуючої СЕП підприємства;
- оцінки можливості впровадження СГЕ, у тому ж числі і із використання ВДЕ, на підприємстві ТОВ «Київський БКК».

Будуть наведені функціональна та однолінійні схеми СЕП підприємства, добовий графік навантаження, основні споживачі енергії об'єкта. Також буде присутня розрахункова частина у якій будуть детально розраховані навантаження по силовим пунктам (СП) пічного відділення та зведена таблиця із усіма навантаженнями відповідних груп споживачів.

Виконаний детальний аналіз існуючої СЕП підприємства та проведене оцінювання щодо можливості впровадження СГЕ із підключенням до її магістральних шинопроводів зі сторони низької напруги на підстанції.

2.1 Аналіз системи електропостачання підприємства ТОВ «Київський БКК» та наведення режиму роботи об'єкта

Підприємство живиться від своєї ТП 3977 класу напруги 10/0,4 кВ, до складу якої входять два трансформатори масляні – ТМ-630 із наступними характеристиками:

- схема та група з'єднання – Д/Ун;
- потужність - 630 кВА;
- напруга короткого замикання – 5,88%;
- сторона високої напруги: напруга - 10000 В, струм - 36,37 А;
- сторона низької напруги: напруга – 400 В, струм – 909,33 А;
- перемикання відгалужень без збудження;
- рік виробництва – 2010 рік.

Підстанція розміщена на першому поверсі будівлі кондитерського цеху. ТП має два вводи: від ПС Сатурн та від РП 140 (рисунок 2.1). Підприємство відноситься до електроприймачів II-ої категорії. Договір на постачання електроенергії заключений із ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі».

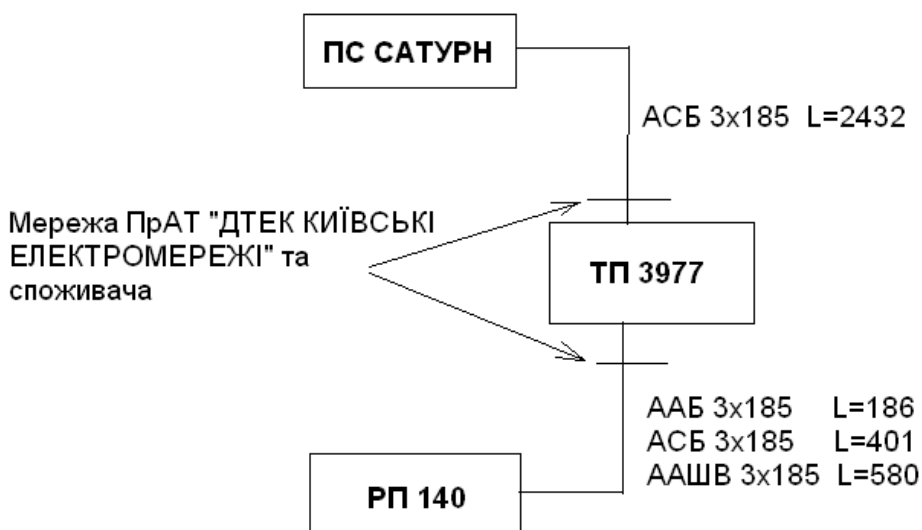


Рисунок 2.1 – Схема електроустановки та точки розподілу мереж

Класом напруги на підприємстві являється рівень 380 В та 220 В. Внутрішня мережа на об'єкті магістрально-радіального типу. Функціональна схема живлення об'єкту наведена на рисунку 2.2.

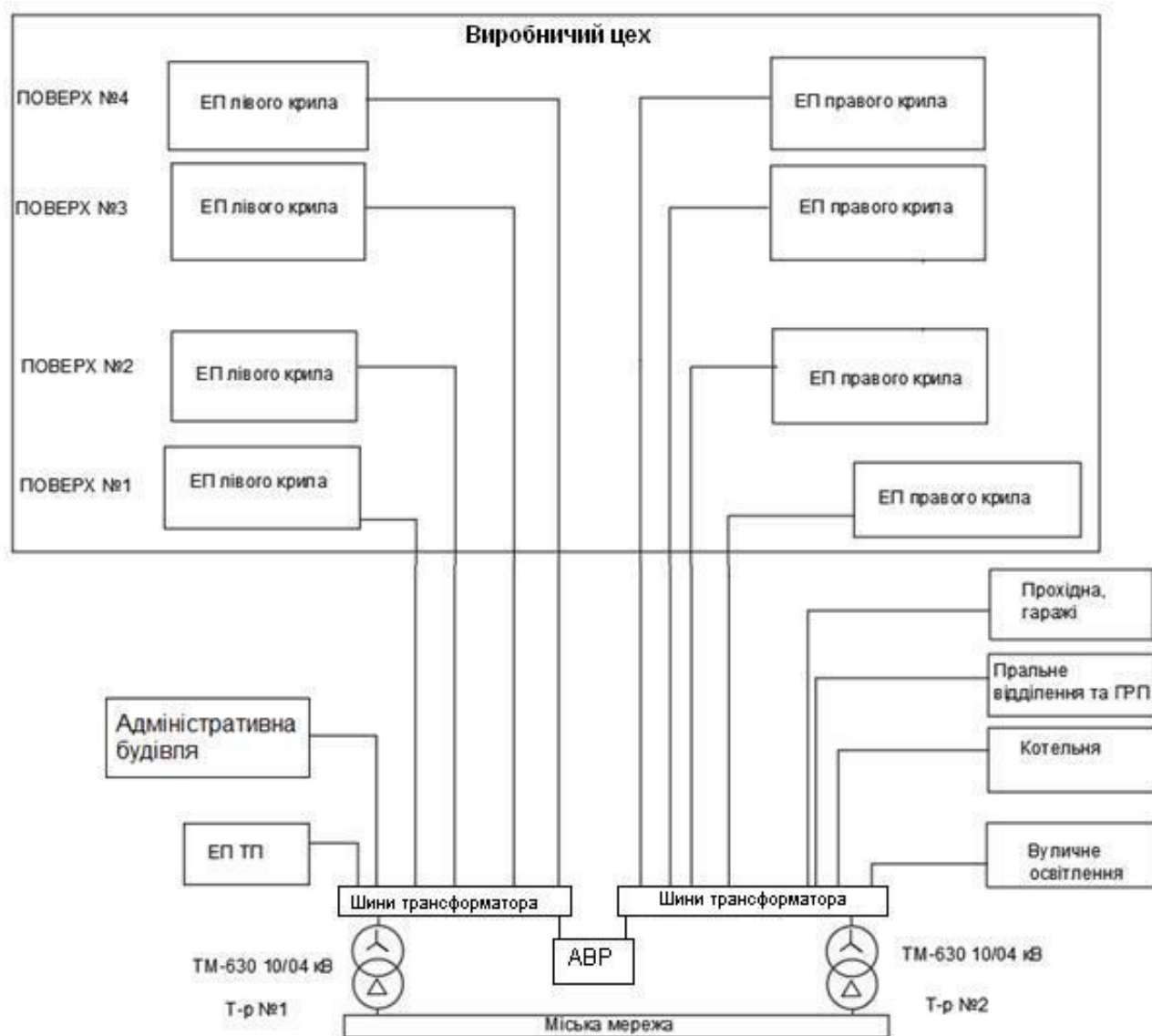


Рисунок 2.2 – Функціональна схема живлення об'єкта

Живлення від ТП відбувається по лівому та правому крилах цеху і по поверхам (рисунок 2.2). Від першого трансформатора живиться: 40% (від загального навантаження) кондитерського (виробничого) цеху, котельня, адміністративна (офісна) будівля, газорозподільний пункт (ГРП), вуличне освітлення території, прохідна та гаражі, пральне відділення. Від другого

трансформатора живиться 60% (від загального навантаження) кондитерського (виробничого) цеху.

Обидва трансформатора підключені до шафи автоматичного вводу резерву (АВР) через шафи вводу та обліку (ШВО), а електроприймачі (ЕП), через відповідні силові пункти (СП), підключені до шин трансформаторів.

До електроприймачів кондитерського цеху належать:

- силові пункти (СП), що розміщені по поверхах цеху і живлять відповідні групи споживачів (тістомісильні машини, печі газові, установки систем вентиляції та кондиціювання, щити управління печей та холодильних камер та інше устаткування виробничого цеху);
- щити управління печей, дробарок, бойлерної, холодильних та морозильних камер;
- щити освітлення та автоматики цеху та вуличного освітлення.

Щоденне споживання підприємства у межах 5000-6000 кВт·год, з ним базове навантаження становить близько 3500 кВт·год. Але загальне споживання електроенергії за добу може змінюватися в залежності від об'ємів замовлення, і як наслідок, кількості та тривалості включення електроустаткування. Добовий графік навантаження наведено на рисунку 2.3 та рисунку 2.4, а найпотужніші електроспоживачі підприємства наведені у таблиці 2.1.

Базовим електричним навантаженням підприємства на мережу вважається споживання до 180 кВт·год протягом усього календарного року. Періодом напівпіку є відрізок часу з 7:00 по 9:00 включно та з 15:00 по 20:00 включно, а піковим періодом - з 10:00 по 14:00 включно.

Таблиця 2.1 – Основне енергоємне обладнання підприємства

№ п/п	Найменування обладнання	Марка або примітки	Потуж- ність, кВт	Кіль- кість	Загальна потужність, кВт
1	Агрегат низькотемпературної камери	Bitzer, склад готової продукції	10	3	30
2	Агрегат низькотемпературної камери (масло)	Frascold , склад сировини	9	1	9
3	Агрегат холодильна камери (кексова)	Bitzer , склад готової сировини	9	2	18
4	Агрегат холодильної камери (експедиція)	Frascold, склад готової продукції	12	3	36
5	Агрегат морозильної камери	Frascold, склад готової продукції	9	2	18
6	Повітряні завіси	рампа експедиції	2	14	28
7	Циркуляційний насос	котельня	3	2	6
8	Підвищуючий насос	котельня	7,5	1	7,5
9	Парогенератор	АВРЕ-45	45	2	90
10	Стерилізатор	ГП-80	12	1	12
11	Посудомийна машина	LO480	8	2	16
12	Пральна машина	пральна дільниця	4,4	1	4,4
13	Центрефуга	пральна дільниця	5,5	1	5,5
14	Сушарний барабан	пральна дільниця	5,5	1	5,5
15	Компресор	Dalgakiran Tidy 20, стиснене пов.	15	1	15
16	Компресор	Balma Lt-270 стиснене пов.	5,5	1	5,5
17	Компресор	Balma Lt-500 стиснене пов.	7,5	1	7,5
18	Напівавтомат	картонажна дільниця	5	6	30
19	Система вентиляції (карт.дільн.)	картонажна дільниця	10	1	10
20	Система кондиціювання	лінія "Еклер"	8	2	16
21	Система кондиціювання	дільниця оформл. тортів	32	1	32
22	Машина для приготування крему (темп.маш.)	DE DANIELI C30E	8	1	8
23	Ємкість для приготування сиропів	ВВ - ЄПМ157	18	6	108

Продовження таблиці 2.1

24	Котел заварочний	KBME-250M	8	1	8
25	Ємкість для харчових мас	BB-ЄП11М,	9	1	9
26	Ємкість для охолодження сиропів	BB - ЄПМ 152-03, BI-BA	7	5	35
27	Машина кондиторська	BB-МКУ,	17	1	17
28	Темперувальна машина (кремоварка)	DE DANIELI C502E	6	2	12
29	Глазурувальна машина	ME.TRA MT25	5	1	5
30	Стрічковий транспортер	Ширина - 500мм	2,2	4	8,8
31	Маслорізальна машина	IC-14	4	1	4
32	Кремозбивальна машина	CONTI PL 120 FV	3	1	3
33	Кремозбивальна машина	TEKNO STAMAP ECO-LINE	2,2	1	2,2
34	Кремозбивальна машина	DELLO'RO MESCOLATRICE	2,2	4	8,8
35	Кремозбивальна машина	CONTI CHEF 20, №9503385	3	2	6
36	Кремозбивальна машина	KCM-100	2,2	10	22
37	Міксер планетарний	AR140/VL3, Denmark	3	1	3
38	Міксер	VARIMIXER BEAR	2,2	1	2,2
39	Тістомісильна машина	TMM-100 та TM-63	2,2	17	37,4
40	Тістомісильна машина	TM-1	9,5	1	9,5
41	Дробарка горіхів		2,2	3	6,6
42	Дробарка для крихти		2,2	2	4,4
43	Система подачі борошна	пічне відділення	7	1	7
44	Піч тунельна (газова)	ПХС-25М	5,5	2	11
45	Піч ротаційна (газова)	Мусон-ротор 99MP-01	2,5	11	27,5
46	Газова хлібопекарна піч	PPP 1 10.212	8	1	8
47	Тунельна піч	LASER FCT	10	1	10
48	Плита		16	2	32
49	Ліфт вантажний		9	4	36
50	Ліфт пасажирський		6	1	6
51	Вантажний електричний під'ємник	Шахтний, вант.під. - 250кг	8	2	16
52	Система освітлення	1-ий поверх			11,8
53	Система освітлення	2-ий поверх			14,1
54	Система освітлення	3-ій поверх			19,2
55	Система освітлення	4-ий поверх			12,3

Із переліку енергоємного обладнання підприємства, видно, що основними споживачами є:

- асинхронні двигуни різної потужності - тістомісильні, крезбивальні машини, витяжні установки, дробарки, міксери, насоси, ліфтові установки тощо;
- компресори – агрегати холодильних, морозильних, низькотемпературних камер, агрегати кліматичних систем, компресори стисненого повітря, холодильних тунелей тощо;
- електротермічне обладнання (обладнання яке перетворює електроенергію у теплову для нагріву носіїв) – темперуючі машини, ємкості для харчових мас, заварочні котли, парогенератори.

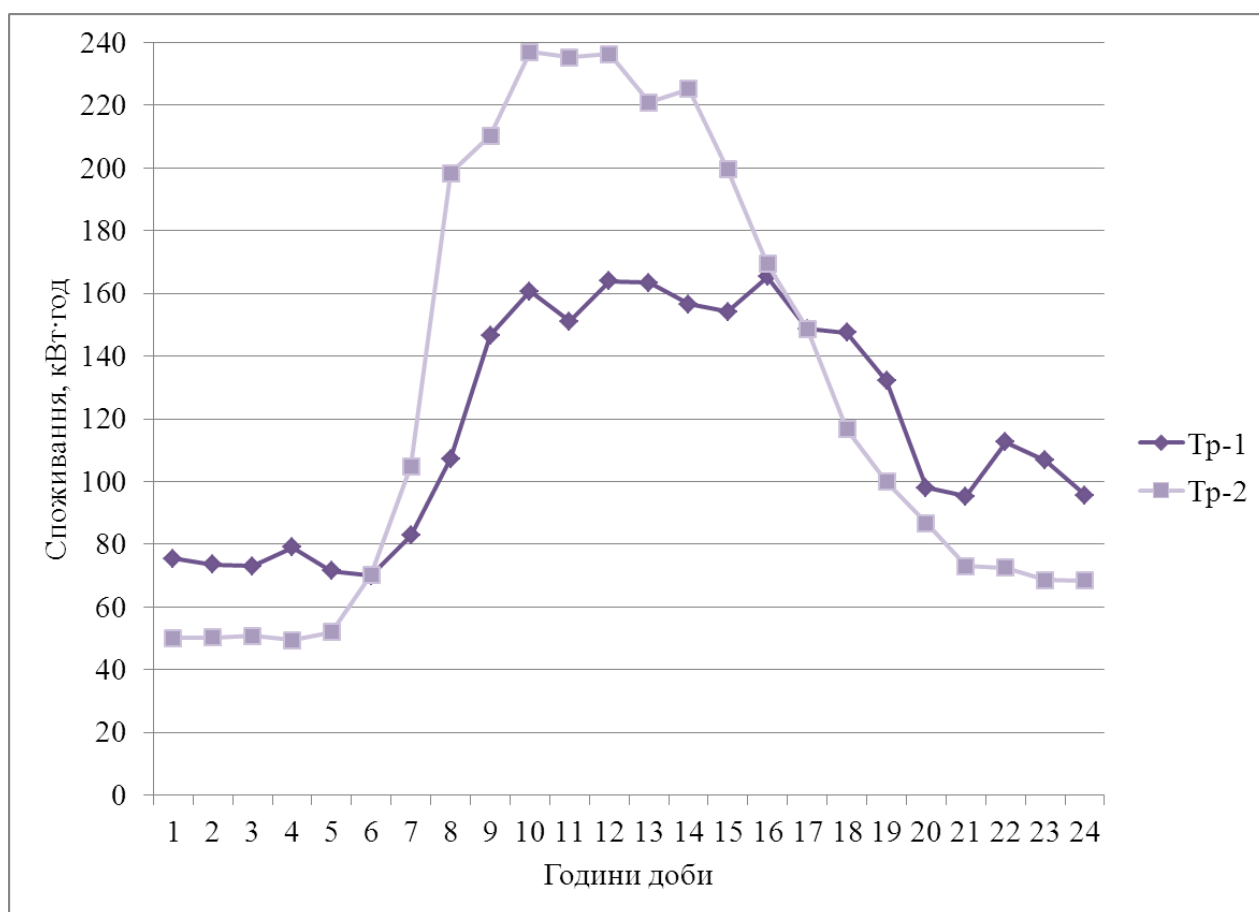


Рисунок 2.3 – Добовий графік навантаження для двох трансформаторів

Базове споживання об'єкту формують наступні групи споживачів:

- агрегати холодильних, морозильних, низькотемпературних камер складу сировини та експедиції, агрегати кліматичних систем оформлювального відділення;
- цілодобова робота лінії «Еклер» (споживання печі PPP, універсальної кондитерської машини, темперуючих машин, кремозбивальних машин, тістомісильних машин, компресора стисненого повітря DALGAKIRAN);
- часткове освітлення приміщень цеху та території (вуличне освітлення);
- робота газового котла, пальників та циркуляційного насосу для гарячого водопостачання (опалення - у опалювальний сезон);
- системи безпеки та відеонагляду.

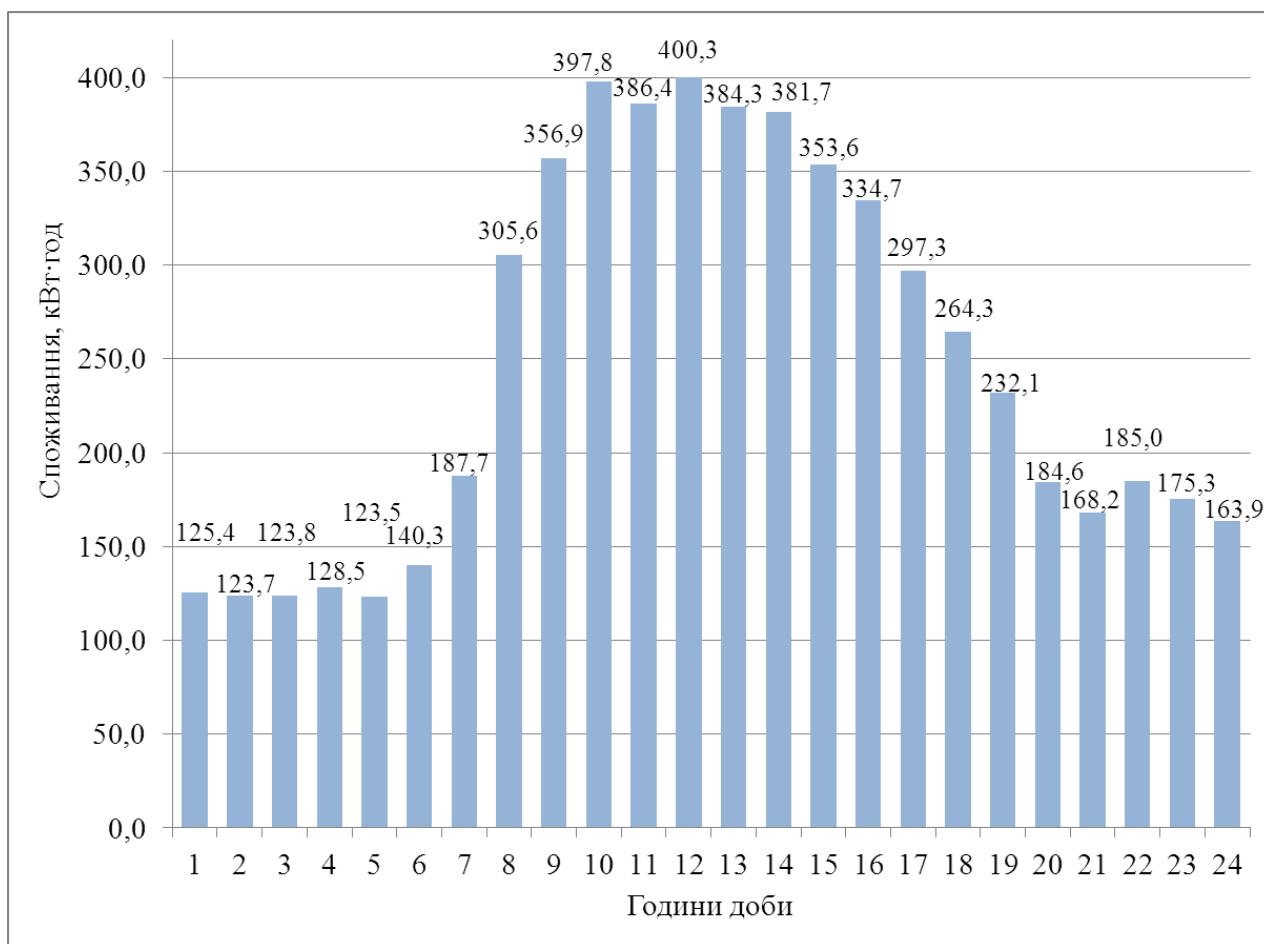


Рисунок 2.4 – Добовий графік навантаження підприємства

Комерційний облік ведеться за допомогою АСКОЕ на основі ПЗ «Система комерційного обліку електроенергії «Енергоцентр», за одноставковим тарифом, що дорівнює:

- споживання активної електричної енергії – 1,90628 грн/кВт·год (без ПДВ) до вересня 2018 р. включно та 1,8924 грн/кВт·год (без ПДВ) починаючи з жовтня 2018;
- споживання реактивної електричної енергії – 0,13592 грн/кВАр·год (без ПДВ).

За допомогою АСКОЕ можна бачити споживання за період від року, до півгодинного інтервалу (рік, сезон, місяць, тиждень, доба, зміна, година, півгодини). Також є можливість відстежувати кінцеві та початкові покази лічильників котрі встановленні на кожному з двох трансформаторів після вторинної обмотки. Інтерфейс АСКОЕ дає можливість бачити завантаженість кожного трансформатора, кількість електричної енергії спожитої від відповідних трансформаторів, відстежувати пікові та напівпікові зони, будувати графіки добових навантажень та ін.

АСКОЕ «Система комерційного обліку електроенергії «Енергоцентр» була встановлена на ТОВ «Київський БКК» з метою [28]:

- приведення комерційного обліку електроенергії об'єкту у відповідність вимогам «Правил користування електричною енергією». Приведенням обліку електроенергії об'єкту у відповідність постанові НКРЕ від 17.10.2005 № 910 «Про внесення змін до Правил користування електричною енергією»;
- підвищення точності комерційного обліку активної та реактивної електроенергії зарахунок застосування сучасних цифрових технологій вимірів, збору та обробки даних. Забезпечення комерційного обліку активної та реактивної електроенергії у відповідність до Правил ОРЕ на межі балансової приналежності між споживачем та постачальником електроенергії;

- виконання вимог нормативних документів, рішень Ради ОРЕ щодо обліку електроенергії, в тому числі і погодинного її обліку на межах балансової приналежності;
- автоматизації процесу збору, обробки та передачі інформації з точок комерційного обліку електроенергії;
- забезпечення максимальної достовірності отриманої інформації шляхом розрахунків балансу та синхронності вимірів комерційного обліку електроенергії;
- автоматизації підготовки звітів, аналітичних матеріалів.

2.2 Розрахунок потужності цеху на прикладі пічного відділення

Стратегічно важливою ділянкою виробництва є – пічне відділення. У ньому відбуваються першочергові етапи для усього циклу виробництва кондитерських борошняних виробів. Притаманними позначками для цеху пічної дільниці є наявність:

- печей (тунельні або роторні);
- великої кількості тістомісильних машин на основі АД;
- дробарних машин на основі асинхронних двигунів;
- заварочних котлів, дозаторів тіста, відсадочних машин;
- дозувального приміщення із великою кількістю електронних ваг;
- місця відстійки та охолодження напівфабрикатів;
- системи подачі борошна;
- потужної припливно-витяжної вентиляції (інколи із рекуператорами);
- приміщення мийної дільниці;
- вантажних або пасажирських ліфтів.

На четвертому поверсі виробничого цеху, де розташоване пічне відділення, наявні силові пункти та щити освітлення і управління, які приєднані до шин відповідних трансформаторів. У таблиці 2.2 наведені споживачі пічного відділення та відповідні силові пункти.

Таблиця 2.2 – Споживачі пічного відділення

№	Назва обладнання	Кількість	P_H , кВт	K_B	$\cos\varphi$	СП
1	Тістомісильна машина ТММ-100	2	2,2	0,75	0,85	СП21
2	Тістомісильна машина ТММ-100	4	2,2	0,75	0,85	СП22
3	Тістомісильна машина ТММ-100	4	2,2	0,75	0,85	СП23
4	Тістомісильна машина ТММ-100	6	2,2	0,75	0,85	СП24
5	Плита електрична	1	12	0,95	0,95	СП27-3
6	Дозатор	1	0,8	0,5	0,8	СП27-3
7	Дробарка горіхів	2	1,1	0,54	0,8	СП27-3
8	Тістомісильна машина	1	2,2	0,75	0,85	СП27-3
9	Шафа обробки горіхів УФ-променями	1	0,5	0,95	0,95	СП27-3
10	Міксер	1	2,2	0,7	0,85	СП27-3
11	Котел	1	5	0,9	0,95	СП27-3
12	Плита електрична	1	9	0,95	0,95	СП27-3
13	Відсадочна машина	1	1,1	0,3	0,7	СП27-2

Продовження таблиці 2.2

14	Дозатор начинки	1	0,8	0,3	0,7	СП27-2
15	Піч ротаційна (елек.)	2	45	0,7	0,95	СП27-2
16	Ліфт вантажний	2	9	0,5	0,8	СП29
17	Ліфт вантажний	2	9	0,5	0,8	СП32
18	Ліфт пасажирський	1	6	0,6	0,8	СП27
19	Компресор Dalgakiran	1	15	0,75	0,85	СП27-1
20	Піч тунельна газова "Лазер"	1	9,5	0,75	0,85	СП27
21	Піч тунельна газова ПХС	2	5,5	0,75	0,85	СП27-1
22	Піч газова ротаційна Мусон-роттор	3	2,5	0,6	0,85	СП30
23	Просіювач борошна	1	0,5	0,8	0,9	СП27-3
24	Дробарка для крихти	1	1,1	0,54	0,8	СП30
25	Дробарка для горіхів	2	1,1	0,54	0,8	СП30
26	Кулер для заготовок	2	4	0,7	0,85	СП26-1
27	Піч газова ротаційна Мусон-роттор	4	2,5	0,6	0,85	СП26-2
28	Піч газова ротаційна Мусон-роттор	4	2,5	0,6	0,85	СП26-3
29	Система подачі борошна	1	4	0,7	0,8	СП27
30	Система припливно- втяжної вентиляції	1	8	0,7	0,8	СП26-1
31	Система подачі повітря	1	8	0,7	0,8	СП21

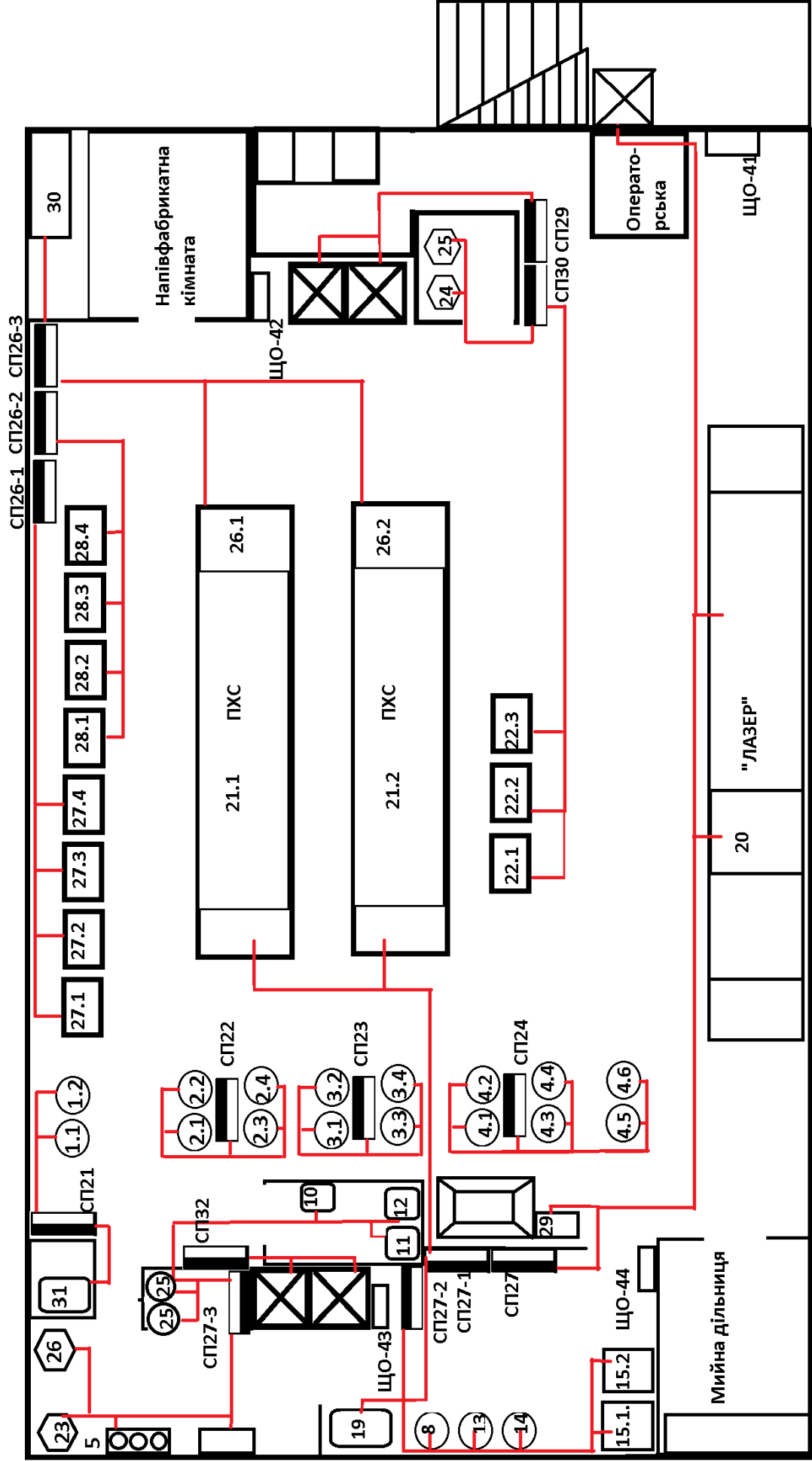


Рисунок 2.5 – План розташування електроспоживачів пічного відділення виробничого цеху

Наведемо структуру електропостачання кондитерського цеху пічної дільниці об'єкта (кількість та розташування силових розподільчих пунктів та щитків освітлення, схему живлення окремих електроприймачів (ЕП)) та визначимо розрахункові навантаження на шинах розподільчих пунктів та навантаження загальне на трансформатори підприємства згідно [10]. Параметри ЕП вказані в таблиці 2.2, схематичний план – рисунок 2.5.

Розрахунок електричних навантажень почнемо для СП21. Від СП21 живиться система подачі свіжого повітря та дві тістомісильні машини. Розрахуємо номінальну активну потужність для групи тістомісильних машин та системи подачі повітря:

$$P_{н\sum} = n \cdot P_{\text{ном.ТММ}} + n \cdot P_{\text{ном.СПП}}, \quad (2.1)$$

де $P_{\text{ном.ТММ}}$ – номінальна потужність тістомісильної машини, кВт;

$P_{\text{ном.СПП}}$ – номінальна потужність системи подачі повітря, кВт;

n – кількість відповідних електроспоживачів.

$$P_{н\sum} = 2 \cdot 2,2 + 1 \cdot 8 = 12,4 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо сумарну проміжну активну потужність для СП21 за формулою:

$$P_{np\sum СП21} = K_{в.ТММ} \cdot n \cdot P_{\text{ном.ТММ}} + K_{в.СПП} \cdot n \cdot P_{\text{ном.СПП}}, \quad (2.2)$$

$K_{в}$ – коефіцієнт використання відповідних електроспоживачів;

$$P_{np\sum СП21} = 0,75 \cdot 2 \cdot 2,2 + 0,7 \cdot 1 \cdot 8 = 8,9 \text{ кВт.}$$

Сумарна реактивна потужність СП21 визначається по формулі:

$$Q_{пр\sum СП21} = tg\phi \cdot n \cdot P_{\text{ном.ТММ}} + tg\phi \cdot n \cdot P_{\text{ном.СПП}}, \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{пр}\Sigma\text{СП}21} = 0,62 \cdot 2 \cdot 2,2 + 0,75 \cdot 1 \cdot 8 = 8,73 \text{ квар.}$$

Аналогічно розраховуємо проміжні активні і реактивні потужності для СП21, СП32, СП27, СП27-1, СП27-2, СП27-3, СП22, СП23, СП24, СП26-1, СП26-2, СП26-3, СП30, СП32 за формулами (2.2) та (2.3). Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.3.

Груповий коефіцієнт використання визначаємо по формулі:

$$K_{\text{в.гр}} = \frac{P_{\text{пр}\Sigma}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{н}i}} ; \quad (2.4)$$

Визначаємо груповий коефіцієнт використання для СП21:

$$K_{\text{в.гр}} = \frac{8,9}{12,4} = 0,718 .$$

Визначаємо груповий коефіцієнт використання для інших СП за формулою (2.4), після чого їх значення заносимо до таблиці 2.3.

Силове навантаження визначимо за формулою:

$$P_{\text{пр.сил}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{прСП}i} , \quad (2.5)$$

$$P_{\text{пр.сил}} = 8,9 + 9 + 66,2 + 19,503 + 18,75 + 13,525 + 6,6 + 6,6 + 9,9 + 6 + 6 + 11,2 + 5,688 + 9 = 196,866 \text{ кВт;}$$

$$Q_{\text{пр.сил}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{прСП}i} , \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{пр.сил}} = 8,73 + 13,5 + 32,88 + 11,57 + 22,1 + 13,39 + 5,45 + 5,45 + 8,18 + 6,2 + 6,2 + 10,96 + 6,3 + 13,5 = 164,41 \text{ квар;}$$

Груповий коефіцієнт використання:

$$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{пр.сил}}}{P_{\text{н}\Sigma\text{нн}}} , \quad (2.7)$$

$$K_B = \frac{196,866}{285} = 0,7.$$

Ефективне число ЕП визначимо по формулі:

$$n_e = \frac{2P_{н\Sigma}}{P_{нmax}}, \quad (2.8)$$

Для СП21:

$$\frac{P_{нmax}}{P_{мин}} = \frac{8}{2,2} = 3,64 > 3,$$

то, використовуючи вираз (2.8), розраховуємо:

$$n_e = \frac{2 \cdot 12,4}{8} = 3,1,$$

отже приймаємо $n_e = n = 4$.

Для усіх інших СП розраховані та прийняті n зведемо у таблиці 2.3.

Визначаємо коефіцієнт розрахункового навантаження в функції від групового коефіцієнту використання і ефективного числа ЕП згідно з [10].

Визначаємо розрахункові коефіцієнти: $K_{p..} = f(K_B, n_e)$.

Для СП21 при $K_B=0,718$ та $n_e=4$ маємо $K_p=1,06$.

Для усіх інших СП і для загального навантаження розрахункові коефіцієнти визначаємо аналогічно і результати заносимо до таблиці 2.3.

Знаходимо розрахункову активну потужність СП за формулою:

$$P_{рспі} = K_p P_{прі}, \quad (2.8)$$

де $P_{пр}$ - проміжна потужність СП21, кВт;

Для СП21:

$$P_{рсп21} = 1,06 \cdot 8,9 = 9,434 \text{ кВт.}$$

Аналогічно для інших СП та загального навантаження за формулою (2.8) визначимо розрахункову активну потужність і занесемо до таблиці 2.3.

Для мереж напругою до 1000В розрахункову реактивну потужність визначають:

$$- \text{при } n_e \leq 10 \quad Q_p = 1,1Q_{\text{пр}};$$

$$- \text{при } n_e > 10 \quad Q_p = Q_{\text{пр}}.$$

Для СП21:

$$Q_p = 1,1Q_{\text{пр}} = 1,1 \cdot 8,73 = 9,25 \text{ квар},$$

де $Q_{\text{пр}}$ – проміжна реактивна потужність, квар.

Розрахункова реактивна потужність для шин НН розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{рннтп}} = K_p Q_{\text{прннтп}}, \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{рннтп}} = 1 \cdot 164,41 = 164,41 \text{ квар}.$$

Повна розрахункова потужність для СП визначається за формулою:

$$S_{\text{р.СП}i} = \sqrt{P_{\text{р.}i}^2 + Q_{\text{р.}i}^2}, \quad (2.10)$$

Для СП21:

$$S_{\text{р.СП}21} = \sqrt{9,434^2 + 9,25^2} = 13,21 \text{ кВА}.$$

Знаходимо аналогічно розрахункову потужність для інших СП за формулою (2.10) та для загального навантаження на шини НН, результати заносимо в таблицю 2.3.

Знаходимо розрахункове струмове навантаження СП за формулою :

$$I_{pi} = \frac{S_{pi}}{\sqrt{3}U}, \quad (2.11)$$

де U – потужність на шинах ТП, кВ.

Для СП21:

$$I_{p1} = \frac{13,21}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 20,074 \text{ А.}$$

Аналогічно знаходимо розрахункове струмове навантаження для інших СП і для загального навантаження на шини НН ТП за формулою 2.11 і зведемо у таблицю 2.3.

Розрахуємо навантаження освітлювальних установок. Визначення розрахункових навантажень освітлювальних установок розрахуємо по фактичній кількості і потужності існуючих світильників та джерел світла.

На прикладі ЩО-41 визначимо розрахункову потужність.

Визначимо розрахункову активну потужність за формулою:

$$P_{p,ЩО-41} = K_{\epsilon} \cdot K_{пра} \cdot n \cdot P_{ном.люм} + K_{\epsilon} \cdot n \cdot P_{ном.роз}, \quad (2.12)$$

$$P_{p,ЩО-41} = 0,85 \cdot 1,25 \cdot 25 \cdot 0,072 + 0,85 \cdot 10 \cdot 0,06 = 2,423 \text{ кВт.}$$

Визначимо розрахункову активну потужність за формулою:

$$Q_{p,ЩО-41} = K_{\epsilon} \cdot n \cdot P_{ном.люм} \cdot tg\phi + K_{\epsilon} \cdot n \cdot P_{ном.люм} \cdot tg\phi, \quad (2.13)$$

$$Q_{p,ЩО-41} = 0,85 \cdot 25 \cdot 0,072 \cdot 0,75 + 0,85 \cdot 10 \cdot 0,06 \cdot 0 = 1,35 \text{ квар.}$$

Повна розрахункова потужність для ЩО визначається за формулою:

$$S_{p,ЩО} = \sqrt{P_{p,i}^2 + Q_{p,i}^2}, \quad (2.14)$$

Для ЩО-41:

$$S_{p.ЩО-41} = \sqrt{2,423^2 + 9,25^2} = 13,21 \text{ кВА.}$$

Аналогічно формулам (2.12), (2.13) та (2.14) розрахуємо для інших ЩО та зведемо до таблиці 2.3.

Розрахуємо загальну розрахункову активну потужність для пічного відділення за формулою:

$$P_{рнн} = P_{рсил} + P_{осв\Sigma}, \quad (2.15)$$

$$P_{рнн} = 196,866 + 9,12 = 205,98 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо загальну розрахункову реактивну потужність для пічного відділення за формулою:

$$Q_{рнн} = Q_{рсил} + Q_{осв\Sigma}, \quad (2.16)$$

$$Q_{рнн} = 164,41 + 6,08 = 170,49 \text{ квар.}$$

Повна розрахункова потужність для пічного відділення визначається за формулою:

$$S_{p.} = \sqrt{P_{p.i}^2 + Q_{p.i}^2}, \quad (2.17)$$

$$S_{p.п.в.} = \sqrt{205,98^2 + 170,49^2} = 267,53 \text{ кВА.}$$

Знаходимо розрахункове струмове навантаження за формулою :

$$I_{p.п.в.} = \frac{S_{p.п.в.}}{\sqrt{3}U}, \quad (2.18)$$

$$I_{p.п.в.} = \frac{267,53}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 406,48 \text{ А.}$$

Таблиця 2.3 – Навантаження півного відділення кондитерського цеху

Вихідні дані																				
Назва категорії	Кількість ЕП, шт	Номінальна активна потужність, кВт						P _{n.i.max} / P _{n.i.min}	K _в	cosφ	tgφ	Проміжні потужності		п р.е., од	Кр	Розрахункові потужності			Розрахунковий струм Ір, А	
		одного ЕП P _{нi} , кВт	P _{n.i.max}	P _{n.i.min}	P _п , кВт	Q _п , квар	P _{рр} , кВт					Q _{рр} , квар	S _{рр} , кВА							
СП21	3		12,4	8	2,2	3,64	0,718					8,9	8,73	3,1	4	1,06	9,434	9,25	13,21	20,074
Система подачі повітря	1	8	8				0,7	0,8	0,75			5,6	6							
Тістомісильна машина	2	2,2	4,4				0,75	0,85	0,62			3,3	2,73							
СП32	2		18	9	9	1	0,5					9	13,5	4	4	1,21	10,89	16,34	19,63	29,828
Ліфт вантажний	2	9	18				0,5	0,8	0,75			9	13,5							
СП27-2	5		92,2	45	0,8	56,25	0,718					66,2	32,88	4,1	5	1,03	68,186	33,87	76,13	115,68
Піч ротаййна електр.	2	45	90				0,7	0,95	0,33			63	30							
Тістомісильна машина	1	2,2	2,2				0,85	0,85	0,62			1,87	1,36							
Відсадочна машина	1	1,1	1,1				0,7	0,7	1,02			0,77	1,12							
Дозатор начинки	1	0,8	0,8				0,7	0,7	1,02			0,56	0,82							
СП27-3	7		22,4	12	0,5	24	0,871					19,5	11,57	3,7	4	1	19,503	11,57	22,68	34,456
Дробарка для горіхів	2	1,1	2,2				0,54	0,95	0,33			1,188	1							
Плита електрична	1	12	12				0,95	0,85	0,62			11,4	7,44							
Просіювач борошна	1	0,5	0,5				0,8	0,9	0,48			0,4	0,24							
Котел заварочний	1	5	5				0,9	0,95	0,33			4,5	1,64							
Міксер	1	2,2	2,2				0,7	0,85	0,62			1,54	1,36							
Шафа обробки УФ	1	0,5	0,5				0,95	0,95	0,33			0,475	0,164							

Продовження таблиці 2.3

СП27-1	3		26	15	5,5	2,73	0,721			18,75	22,10	3,5	4	1,06	19,875	23,43	30,72	46,676
Компресор Далгакіран	1	15	15				0,7	0,75	0,85	10,5	13							
Піч ПХС	2	5,5	11				0,75	0,75	0,85	8,25	9,35							
СП27	3		19,5	9,5	4	2	0,694			13,53	13,39	4,1	5	1,03	13,931	13,79	19,60	29,781
Система подачі борошна	1	4	4				0,7	0,8	0,75	2,8	3							
Піч "Лазер"	1	9,5	9,5				0,75	0,85	0,62	7,125	5,89							
Ліфт пас.	1	6	6				0,6	0,8	0,75	3,6	4,50							
СП22	4		8,8	2,2	2,2	1	0,75			6,6	5,45	8	8	1	6,6	5,45	8,56	13
Тістомісильна машина	4	2,2	8,8				0,75	0,85	0,62	6,6	5,45							
СП23	4		8,8	2,2	2,2	1	0,75			6,6	5,45	8	8	1	6,6	5,45	8,56	13
Тістомісильна машина	4	2,2	8,8				0,75	0,85	0,62	6,6	5,45							
СП24	6		13,2	2,2	2,2	1	0,75			9,9	8,18	12	12	1	9,9	8,18	12,84	19,51
Тістомісильна машина	6	2,2	13,2				0,75	0,85	0,62	9,9	8,18							
СП26-1	4		10	2,5	2,5	1	0,6			6	6,20	8	8	1,02	6,12	6,32	8,80	13,37
Піч роторна "Восход"	4	2,5	10				0,6	0,85	0,62	6	6,20							
СП26-2	4		10	2,5	2,5	1	0,6			6	6,20	8	8	1,02	6,12	6,32	8,80	13,37
Піч роторна "Восход"	4	2,5	10				0,6	0,85	0,62	6	6,20							
СП26-3	3		16	8	4	2	0,7			11,2	10,96	4	4	1,06	11,872	11,62	16,61	25,235
Кулер	2	4	8				0,7	0,85	0,62	5,6	5							
Система припливно-втяжної вентиляції	1	8	8				0,7	0,8	0,75	5,6	6,00							
СП30	5		9,7	2,5	1,1	2,27	0,586			5,688	6,30	7,8	8	1,05	5,972	6,61	8,91	13,538
Піч роторна "Восход"	3	2,5	7,5				0,6	0,85	0,62	4,5	5							
Дробарка крихти	1	1,1	1,1				0,54	0,8	0,75	0,594	0,83							
Дробарка горіхів	1	1,1	1,1				0,54	0,8	0,75	0,594	0,83							

Продовження таблиці 2.3

СПЗ2	2		18	9	9	1	0,5			9	13,5	4	4	1,21	10,89	16,34	19,63	29,828
Ліфт вантажний	2	9	18				0,5	0,8	0,75	9	13,5							
Усі СП	55	0	285	45	0,5	90	0,7			196,9	164,4	12,7	13	1	196,87	164,4	256,5	389,7
ЩО-41																		
Світильник люмін.	25	0,072	1,8				0,85	0,8	0,75	1,53	1,35				2,423	1,35	2,85	4,33
Лампа розжарювання	10	0,06	0,6				0,85	1	0	0,51	0				0,51	0	0,51	
ЩО-42																		
Світильник люмін.	45	0,036	1,62				0,85	0,8	0,75	1,377	1,215				1,721	1,215	2,11	
Світильник люмін.	10	0,072	0,72				0,85	0,8	0,75	0,612	0,54				0,765	0,54	0,94	
ЩО-43																		
Світильник люмін.	35	0,036	1,26				0,85	0,8	0,75	1,071	0,945				2,486	1,755	3,04	4,62
Світильник люмін.	15	0,072	1,08				0,85	0,8	0,75	0,918	0,81				1,339	0,945	1,64	
ЩО-43																		
Світильник люмін.	15	0,036	0,54				0,85	0,8	0,75	0,459	0,405				1,148	0,81	1,40	
Світильник люмін.	15	0,072	1,08				0,85	0,8	0,75	0,918	0,81				1,721	1,215	2,11	3,20
															0,574	0,405	0,70	
															1,148	0,81	1,40	
Усі ЩО															9,12	6,08	11,04	16,78
Загальне навантаження															205,98	170,5	267,53	406,48

2.3 Дослідження діючої системи електропостачання та оцінка можливості впровадження локальної гібридної системи електроживлення

Існуюча СЕП підприємства слугує для передачі та розподілення електричної енергії до цехових споживачів або їх груп. Споживачі електроенергії під'єднуються через внутріньоцехову підстанцію, а саме до магістральних шинопроводів, і розподільчі пристрої зарахунок захисних та пускових апаратів.

Система живлення споживачів від СП виконана за магістрабно-радіальною схемою, що дає змогу рівномірно розподілити навантаження на кожну фазу мережі. Радіальні схеми живлення забезпечують високу надійність живлення споживачів цеху, в них легко можуть бути встановлені елементи автоматики. Однак впровадження тільки радіальних схем потребує великих капіталовкладень на встановлення розподільчих щитів, кабелю та провідників. А при магістральних схемах, виконаних шинопроводами ШМА, переміщення технологічного обладнання не вивимає переобладнання мережі [29]. Навантаження освітлення відділень при радіальних схемах силової мережі живляться окремими лініями від ЩО, включеними через автоматичні вимикачі для кожної групи світильників.

Із-за того, що серед споживачів підприємства велика частина відносяться до асинхронних двигунів – є потреба у компенсації реактивної потужності, яка у свій час, відбувається завдяки батареям статичної компенсації (БСК) у автоматичному режимі. Використання конденсаторних установок на об'єкті дозволяє [30]:

- розвантажити лінії живлення, розподільчі вузли;
- знизити витрати на сплату споживання за електроенергію;
- знизити рівень вищих гармонік несиметрію фаз.

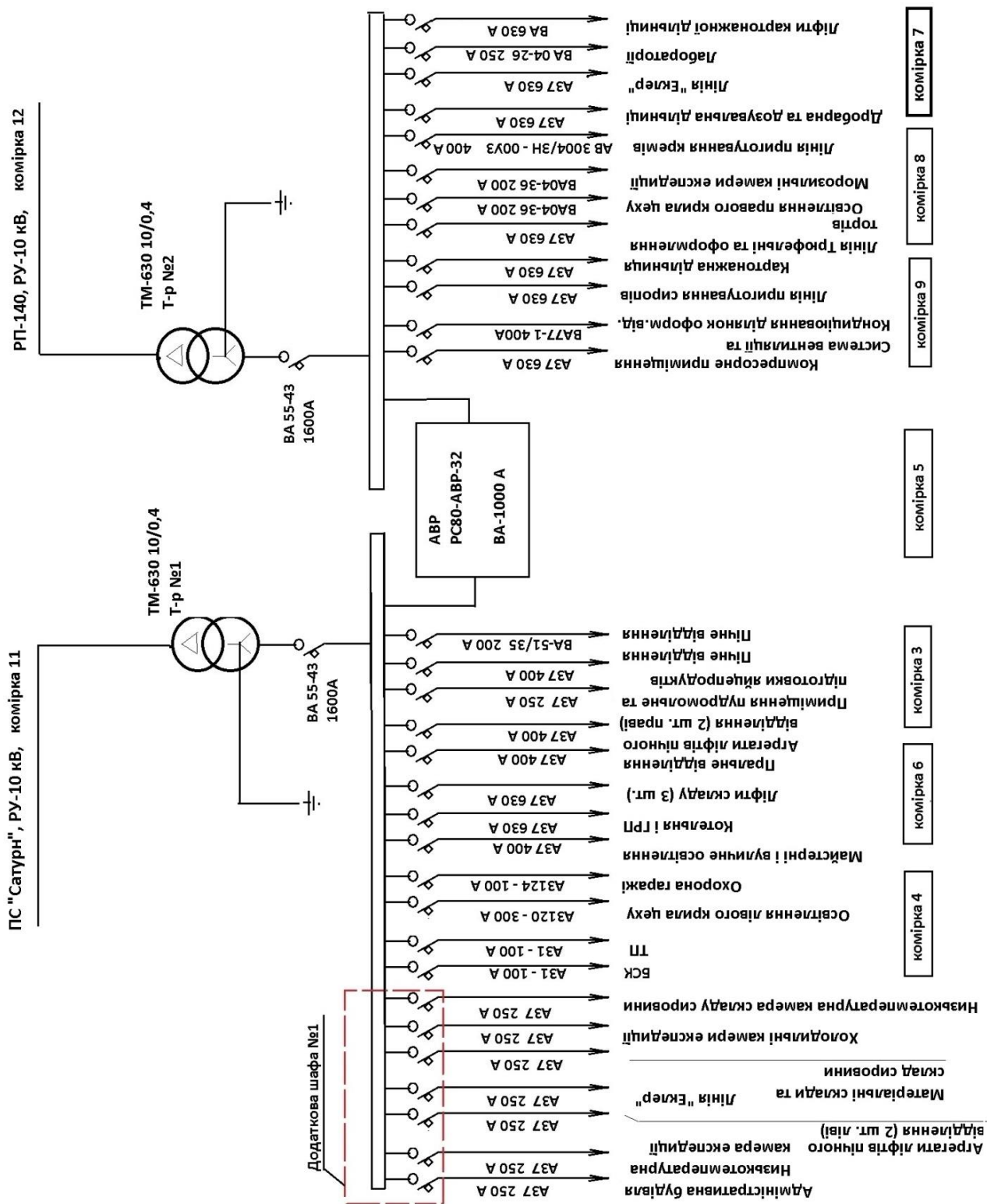


Рисунок 2.6 – Однолінійна схема електропостачання підприємства

Також наведемо загальні навантаження для кожної групи споживачів та для кожного відділення цеха згідно однолінійної СЕП підприємства (рисунки 2.6) ТОВ «Київський БКК» у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Загальні навантаження для кожної групи споживачів

№	Група споживачів	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм I_p , А	Марка кабелю	Встановлений вимикач
		P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА			
1	Адміністративна будівля	67,30	32,59	74,78	113,61	АВВГ 4 х 70	A37 250 А
2	Низькотемпературна камера експедиції	8,71	6,53	10,89	16,54	АВВГ 4 х 3	A37 250 А
3	Агрегати ліфтів пічного відд.	10,89	16,34	19,63	29,82	АВВГ 4 х 8	A37 250 А
4	Лінія "Еклер"	7,10	7,80	10,55	16,03	АВВГ 4 х 25	A37 250 А
5	Склади матеріальний та сировини	8,30	4,02	9,22	14,01	АВВГ 4 х 3	A37 250 А
6	Холодильні камери експедиції	27,37	20,53	34,21	51,98	АВВГ 4 х 25	A37 250 А
7	Низькотемпературна камера складу сировини	8,83	9,01	12,61	19,17	АВВГ 4 х 4	A37 250 А
8	Освітлення лівого крила цеху	21,06	10,20	23,40	35,55	АВВГ 4 х 16	A3120 300 А
9	Прохідна та гаражі	6,12	2,96	6,80	10,33	АВВГ 4 х 3	A37 100 А
10	Майстерні і вуличне освітлення	10,67	6,05	12,26	18,63	АВВГ 4 х 4	A37 400 А
11	Котельня і ГРП	25,89	19,42	32,36	49,17	АВВГ 4 х 25	A37 630 А
12	Ліфти складу	13,79	10,34	17,24	26,19	АВВГ 4 х 8	A37 630 А
13	Пральне відділення	45,68	25,89	52,51	79,77	АВВГ 4 х 35	A37 400 А
14	Приміщення пудромольне та яйцепродуктів	7,10	4,02	8,16	12,40	АВВГ 4 х 3	A37 250 А
15	Пічне відділення	85,87	62,54	106,23	161,40	АВВГ 4 х 120	A37 400 А

Продовження таблиці 2.4

16	Пічне відділення	98,25	67,83	119,39	181,39	АВВГ 4 х 120	ВА-51 200 А
17	Компресорне приміщення	9,48	5,88	11,15	16,95	АВВГ 4 х 3	А37 630 А
18	Система вентиляції та кондиціонування ділянок оформлювального відділення	21,38	16,04	26,73	40,60	АВВГ 4 х 16	ВА77-1 400 А
19	Лінія приготування сиропів	74,95	36,30	83,28	126,53	АВВГ 4 х 95	А37 630 А
20	Картонажна дільниця	38,54	28,91	48,18	73,19	АВВГ 4 х 50	А37 630 А
21	Лінія "Трюфельні" та оформлення тортів	31,83	19,73	37,45	56,89	АВВГ 4 х 35	А37 630 А
22	Освітлення правого крила цеху	31,86	15,43	35,40	53,78	АВВГ 4 х 35	ВА04-36 200 А
23	Морозильні камери експедиції	15,94	9,88	18,75	28,49	АВВГ 4 х 8	ВА04-36 200 А
24	Лінія приготування кремів	46,78	35,09	58,48	88,84	АВВГ 4 х 50	АВ 3004/ЗН 400 А
25	Дробарна та дозувальна дільниці	17,43	13,07	21,79	33,10	АВВГ 4 х 16	А37 630 А
26	Лінія "Еклер"	6,10	4,58	7,63	11,58	АВВГ 4 х 3	А37 630 А
27	Лабораторії	8,80	6,60	11,00	16,71	АВВГ 4 х 3	ВА 04-26 250 А
28	Ліфти картонажної дільниці	14,30	10,73	17,88	27,16	АВВГ 4 х 8	ВА37 630 А

Як бачимо, кабельні лінії від шин НН трансформаторів, що живлять відповідні групи споживачів, підібрані правильно, та навіть із запасом по значенню тривалого струму згідно [12].

Висновки до розділу

Існуюча СЕП підприємства слугує для передачі та розподілення електричної енергії до цехових споживачів або їх груп. Споживачі електроенергії під'єднуються через внутрішньоцехову підстанцію, а саме до магістральних шинопроводів, і розподільчі пристрої зарахунок захисних та пускових апаратів.

У розділі проведений детальний опис СЕП підприємства, а саме: наведена схема підключення до мереж міста, склад ТП 3977. Пояснений принцип живлення усіх відділень підприємства магістрально-радіальною системою електричного живлення.

Нааявний детальний розрахунок навантаження та струмів по СП цеху на прикладі пічного відділення та наведення усіх розрахункових потужностей для усіх груп споживачів, що живляться від шин підстанції.

Завдяки результатам дослідження були надані усі силові споживачі підприємства та складена однолінійна схема СЕП об'єкта із відповідними кабельними лініями та автоматами. Встановлені споживачі енергії, що створюють базове навантаження на мережу та найбільш чутливі до перебоїв у енергоживленні.

Також, виходячи із рисунка 2.4 та 2.5 видно, що пік навантаження на мережу являє собою у період часу з 9:00 до 16:00, що наводить на думку про встановлення сонячної електростанції, як паралельне джерело енергії для підприємства, тим самим знижувати навантаження на мережу міста у денний період (годинні ліміти для промислових споживачів).

Виходячи із проведеного дослідження СЕП підприємства ТОВ «Київський БКК», можна зробити висновок, що схема та будова існуючої СЕП об'єкта дозволяє впровадити локальну мережу живлення із підключенням її до магістральних шинопроводів зі сторони НН на

підстанції. Також було б доцільно розглянути варіанти впровадження системи гарантованого електропостачання на основі дизель-генератора та окремого агрегату безперервного живлення, як джерело живлення окремої групи споживачів від акумуляторних батарей.

3 ФОРМУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТА

Дотепер не знайшло, у науковій літературі, відображення питання функціонування підприємств харчової промисловості, у тому числі підприємств з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання, в умовах ринку електричної енергії. Не розкриті концепції щодо автономних локальних систем електрозабезпечення підприємства та систем резервного живлення на основі ВДЕ. Також залишилося поза увагою питання створення активного споживача на базі такого підприємства, тобто споживача, який має можливість самостійно генерувати та зберігати енергію [13].

Метою даного розділу є проведення аналізу та визначити принципи застосування та побудови технічних заходів та засобів підвищення надійності електропостачання об'єкту харчової промисловості у тому числі з використанням ВДЕ на прикладі підприємства ТОВ «Київський БКК». Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені такі задачі:

- проведення аналізу існуючої системи електропостачання підприємства та визначення можливості впровадження заходів (локальної системи живлення) для вирішення задачі підвищення надійності електропостачання;
- виконання дослідження системи обліку електричної енергії для встановлення можливості своєчасного моніторингу споживання/виробництва електроенергії;
- дослідження можливості застосування ВДЕ в умовах географічного розташування об'єктів та вимог ринку електричної енергії.

У розділі будуть розглянуті аналіз методів та технічних заходів щодо реалізації автономної системи енергоживлення, формування можливих

варіантів локальних гібридних систем гарантованого електричного живлення із підключенням до підстанції підприємства ТОВ «Київський БКК», будуть запропоновані комплексні варіанти СГЕ для впровадження у існуючу СЕП об'єкта.

3.1 Аналіз методів та технічних заходів підвищення надійності електроживлення підприємства

Система електропостачання більшості підприємств з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання представлена невеликою кількістю малопотужних трансформаторних підстанцій, а споживання електричної енергії здійснюється на рівні 0,4 кВ. При цьому, задекларований рівень надійності підприємств ТОВ «Київський БКК» електропостачання становить – II категорія, а загальний річний обсяг споживання електричної енергії становить 2 000 000 кВт·год.

Невелика кількість відключень (тривалих та нетривалих) від енергосистеми спонукає споживачів вживати заходів щодо мінімізації простоїв підприємства, що трапляються від перебоїв та аварій. Також є проблема, що стосується якості електричної енергії, провалів або просідання напруги, особливо у часи пікового навантаження мережі. Напрямок вирішення такого питання – встановлення та використання резервних джерел енергії на підприємствах.

Під надійністю розуміють властивість СЕП виконувати задані функції в заданому обсязі при визначених умовах функціонування мережі. Тобто при оцінці надійності роботи СЕП розглядається її працездатність або непрацездатність хоча б одного споживача, який приєднаний до СЕП, обумовлює недовиконання основної вимоги всією системою – задоволення попиту у електроенергії кожного споживача у необхідних обсягах [21].

Взагалі система гарантованого електропостачання — набір функціональних пристроїв і схемних рішень, призначених для забезпечення безперебійним і якісним електроживленням відповідальних (або усіх) споживачів. Система гарантованого електропостачання (СГЕ) за своїм призначенням є резервною (аварійною) [22].

Вирішення питань підвищення надійності електропостачання таких об'єктів традиційно вирішувалося з використанням резервування найбільш важливих технологічних процесів. Із традиційних заходів підвищення надійності електроживлення можна розглядати впровадження локальної системи гарантованого електричного живлення, в тому числі і із використанням ВДЕ, основна задача якої, була б — покриття попиту у електроенергії під час порушень або перерв у електропостачанні об'єкту та забезпечення безперервності технологічних процесів.

Також можна розглядати впровадження локальної мережі живлення задля зниження навантаження на мережу міста у денний період, тим самим виконувати умови ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» про споживання електроенергії протягом доби, а саме задоволення встановлених граничних величин споживання електричної потужності у відповідні інтервали часу.

Серед можливих та порівняно простими у впровадженні є наступні варіанти локальних систем енергоживлення, що базуються на:

- періодичному відборі електроенергії від мережі, коли є така можливість, накопиченні електроенергії у акумуляторах і живленні із них, коли відбір із мережі або не можливий, або обсяг споживання у цей момент перевищує граничні величини споживання електричної потужності;
- сонячній електростанції (СЕС), яка буде живити частину технологічних процесів та накопичувати генеровану електроенергію у акумуляторні батареї;

- вітряній електростанції (ВЕС), яка буде живити частину технологічних процесів та накопичувати генеровану електроенергію у акумуляторні батареї;
- міні гідроелектростанції (ГЕС), завдяки якій генеровану електроенергію можна буде накопичувати у акумуляторах та покривати частину попиту у електроенергії частини підприємства.
- локальній електростанції, що працює на паливі (природний газ, бензин, дизель).

Перший варіант передбачає накопичування електричної енергії, взятої із мережі, у акумуляторних батареях [14] через інвертор (рисунок 3.1). Тобто розглядати процес відбору електричної мережі від центральної мережі, коли вона є, накопичування її у акумуляторних батареях (АБ) та використання електроенергії у той момент – коли можливості взяти її, окрім як від своєї автономної системи електроживлення, немає. Також можна розглядати процес відбору, такою локальною мережею, електроенергії у нічні періоди часу від центральної, накопичення її у акумуляторах та відбір із них у періоди коли виходити за встановлені ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» граничні величини споживання електричної потужності не рекомендовано або заборонено, тим самим скорочувати навантаження на мережу міста у «проблемні» періоди часу. Для підприємства ТОВ «Київський БКК» такі періоди часу – з 8:00 по 11:00 та з 20:00 по 22:00.

Такий варіант найбільш універсальний та практичний, а саме: тип акумуляторів можна підібрати до різних характеристик нерівномірності електричних навантажень, кількістю встановлених комірок можна регулювати об'єм електроенергії, яку можна зберегти, та як наслідок - тривалість резервного живлення. Для зазначених об'єктів об'єм такої акумуляції може становити 0,5% від загального річного обсягу споживання електроенергії або забезпечити автономне живлення від акумуляторних батарей протягом двох діб.

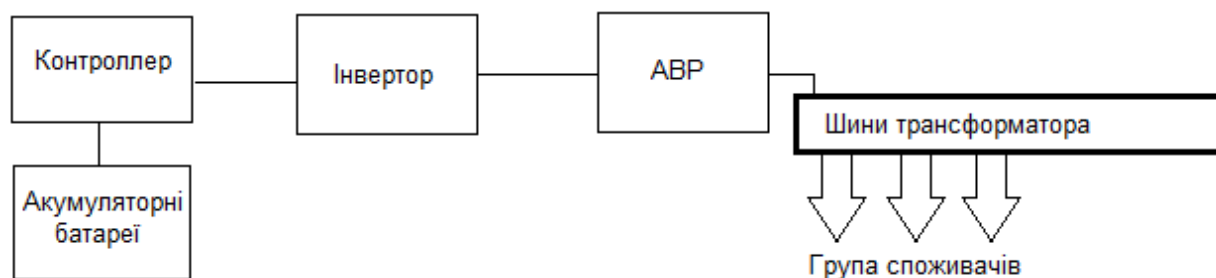


Рисунок 3.1 – Локальна мережа гарантованого електроживлення на основі акумулюванні електричної енергії у АВ

Така локальна система буде складатися із елементів системи автоматичного введення резерву (АВР) [17], а саме АВР типу пріоритету першого введення: при припиненні електропостачання підприємства від першого вводу (мережі), відбудеться перемикання на другий ввід (локальну резервну мережу об'єкту), а як тільки на першому вводі з'являється напруга – відбувається повернення у режим споживання від центральної мережі міста.

Серед варіантів, які можна розглянути були заходи із використанням елементів нетрадиційних джерел енергії, а саме: сонячні панелі вітрогенератори або гідрогенератори, за умови що для цього є географічні або фізичні можливості.

Під СЕС мається на увазі впровадження локальної гібридної системи електричного живлення, яка буде генерувати електроенергію у денні години часу, що буде задовольняти частину попиту на електроенергію деяких технологічних процесів підприємства у період граничних величин споживання потужності та накопичувати генеровану електроенергію у акумулятори, тим самим створюючи резерв автономного живлення підприємства від цієї ж локальної мережі для покриття попиту у електроенергії у період часу коли живлення, окрім як від свої локальної мережі, неможливе.

Основними елементами такої локальної мережі будуть: сонячні панелі, інвертор, акумуляторні батареї, контролер заряду акумуляторів, лінії постійного та змінного струму. Тобто розглядається створення автономної локальної системи електроживлення підприємства, панелі якої розміщені під прямими променями до Сонця на вільних площах. У свою чергу, вироблену електроенергію - накопичувати у акумуляторних батареях, а коли можливість від основної мережі жити підприємство відсутня – покривати попит у електроенергії вже закумуляованою.

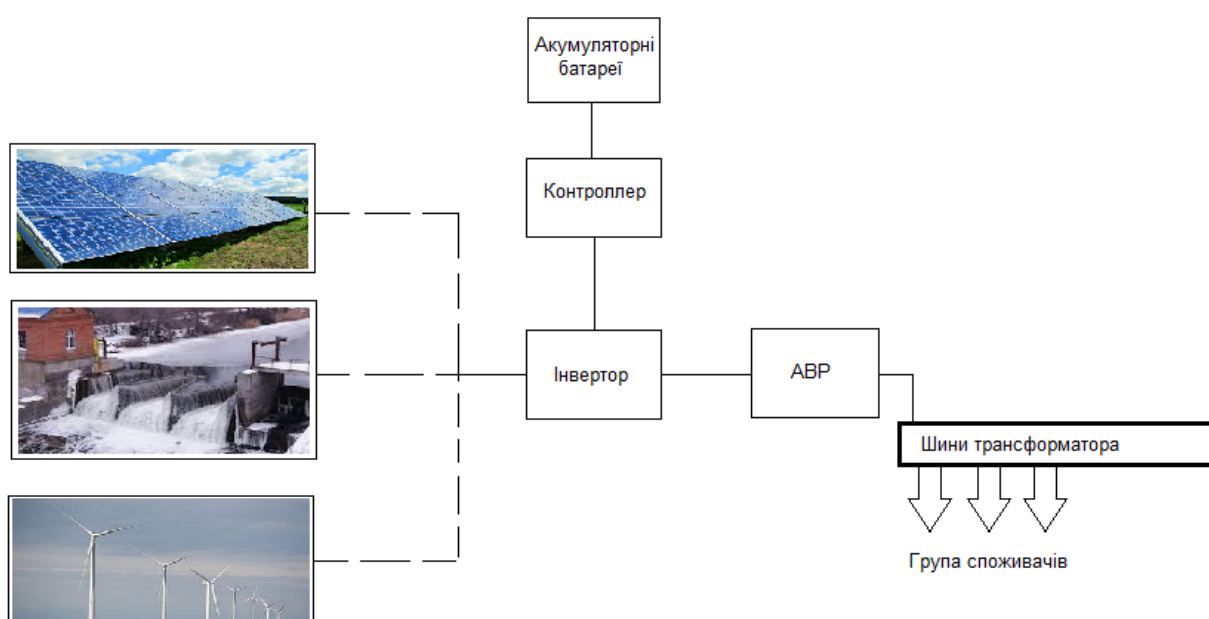


Рисунок 3.2 – Схематичне зображення локальної мережі енергоживлення на основі ВДЕ

Типові рішення для локальних мереж, що базуються на гідрогенераторах та вітрогенераторах – аналогічні варіанту з використанням сонячних панелей. Тобто - джерело генерації, інвертор, акумулятори, контролер заряду. Принцип дії системи також аналогічний (рисунок 3.2).

Звісно усе впирається у географічні, фізичні та цивільні можливості. А саме, основними умовами для впровадження СЕС є:

- наявність вільних та відкритих площ для сонячних променів на максимальний період часу;
- відсутність затінку на цих площах;
- можливість догляду та оперативного сервісу панелей та іншого обладнання.

Основними умовами для впровадження ВЕС є:

- наявність відкритих площ на максимальних висотах території підприємства (пагорб, дах);
- відсутність порушень акустичного комфорту мешканців будинків біля підприємства або інших територій із живими істотами;
- достатня мінімальна сила вітру на актуальній висоті встановлення вітрогенераторів.

Основними умовами для впровадження міні ГЕС можна вважати:

- наявність біля території підприємства річки із помірною течією;
- заключення щодо відсутні загрози або порушення у житті флори і фауни.

Отже, до складу усіх вищеперерахованих варіантів локальних систем електрозабезпечення повинні входити такі основні елементи [18]: джерело енергії (мережа, вітрогенератор, сонячні панелі, гідротурбіна), лінії передачі постійного та змінного струму, інвертор, контролер заряду, інтегровані у систему електроживлення пристроїв контролю показників якості електроенергії, автоматизовані системи управління автономними системами електроживлення та обліку електроенергії, і як вже зазначалося – акумуляторних батарей.

Щодо автономних локальних систем енергозабезпечення на основі ВДЕ, то за умови коли акумуляторні батареї повністю заряджені, можна надлишок генерованої електроенергії віддавати у мережу за відповідним тарифом, а так як найближчий споживач це наш об'єкт, то і споживати її

буде підприємство, тим самим мати фінансову вигоду від продажу електроенергії на оптовому ринку електричної енергії України за «зеленим» тарифом [15].

Також, як можливість практичної реалізації вирішення проблем порушення електроживлення, раціонально вважати роботу виробництва кондитерської індустрії від генераторів резервного живлення (дизельні електростанції) із панеллю автоматичного запуску. Схематичне зображення наведено на рисунку 3.3. Вибір таких генераторів залежить від пікового споживання підприємством, кількістю дозволених викидів у навколишнє середовище на встановленій території, класом напруги генератора, номінальним та максимальним струмами та ін. Щодо існуючого підприємства, то виходячи з пікового навантаження розмірі 800 кВА – підійде дизельна електростанція потужністю до 1000 кВА, вартістю 120 000\$.

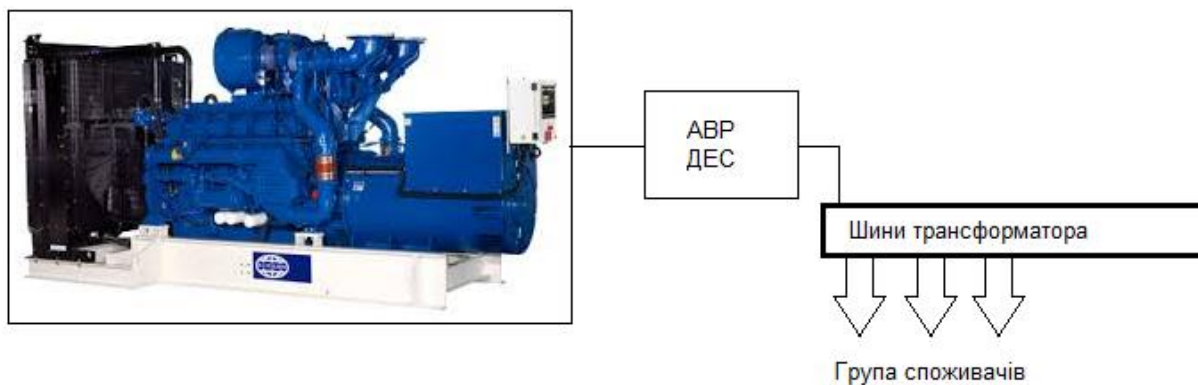


Рисунок 3.3 – Локальна система електроживлення на основі ДЕС

Закон України «Про ринок електричної енергії» змінив загальне бачення споживача електричної енергії, а саме надав можливість виступати на ринку у якості як споживача енергетичних ресурсів, так і активного учасника усіх процесів на ринку електричної енергії. Розглядаючи підприємства з виготовлення м'яких кондитерських виробів недовготривалого терміну зберігання як активного споживача на часовому

інтервалі, який відповідає оперативній діяльності (умовно, при плануванні до одного року), можна звести задачу до мінімізації функції операційних витрат [16] з урахуванням особливостей підприємства, яка враховує:

- режими споживання електричної енергії підприємством, а також генерації електричної енергії для власних потреб та для передачі в мережу;
- вартісних показників на ринку електричної енергії, які будуть застосовуватися для споживання та генерації електричної енергії;
- витрат, пов'язаних з управлінням системою, а також запусками та зупинками генеруючого обладнання, відхиленнями від заявленого профілю споживання електричної енергії.

3.2 Можливості реалізації системи гарантованого електроживлення та конкретні схемні рішення для системи електропостачання ТОВ «Київський БКК»

Виконаємо підбір локальної гібридної системи електроживлення для підприємства виходячи із можливостей впровадження та географічно-фізичних умов.

Так як підприємство ТОВ «Київський БКК» розташоване у кварталі міста біля житлових будівель, дитячих садків та тихих вулиць – впровадження вітрогенераторів заборонено, так як такі установки будуть складати акустичне навантаження на людей у радіусі до 150 м та працівників підприємства.

Із відсутністю річок, каналів або водосховищ біля території виробництва, можемо виключати варіант впровадження локальної системи електроживлення на основі гідроенергії.

Варіант із використанням акумуляторних батарей та накопиченням їх електроенергією із мережі у нічний період має свою практичність,

доцільність та вигідність, але дивлячись на режим роботи підприємства, що схожий на кількість інсоляції Сонця протягом доби, є варіант впровадження гібридної локальної мережі електроживлення, що буде базуватися і на акумулюванні електроенергії із мережі, і на акумулюванні та паралельній віддачі у внутрішню мережу підприємства від сонячних панелей.

Отже централізовано-змішане живлення можемо використати для електроприймачів критичної групи, що характеризуються неперервним або тривалим режимом роботи, або створюють базове навантаження на мережу (споживачі котельні, газові печі, агрегати холодильних та морозильних камер) [19]. Виходячи із великих капіталовкладень у акумуляторні батареї для накопичення близько 10 000 кВт·год, доцільно буде дивитися у сторону ДЕС з автоматичним пуском та пристроєм АВР ДЕС, як джерела резервного живлення. Тобто у період відсутності електропостачання від мережі, буде використовуватися ДЕС для усього підприємства, а у період і відсутності електропостачання від мережі, і у коли потрібно розвантажити мережу – відсутністю електроживлення критичної групи (газові печі, споживачі котельні, агрегати холодильних, морозильних та низькотемпературних камер) завдяки електроенергії із мережі міста, а живлення від своїх АБ, які будуть входити до складу гібридної СЕС. Функціональну схему такої локальної мережі можна побачити на рисунку 3.4.

Новими основними елементами на запропонованій схемі системи гарантованого живлення являються: ДЕС, АВР ДЕС – пристрій автоматичного переключення на ДЕС, АБЖ – агрегат безперервного живлення (акумуляторні батареї), СЕС (елементи сонячної електростанції), РШ – розподільча шафа для живлення критичної групи від АБЖ та ШБ – шафа байпасу (ремонтно-регламентованого обходу).

Так як основним джерелом енергії у нашій локальній системі на момент відсутності електроенергії із мережі є ДЕС, то варто визначити організаційні аспекти щодо функціонування цієї системи але зазначимо, що

електропостачання підприємства, що має ДЕС, в нормальних умовах здійснюється від мереж ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі».

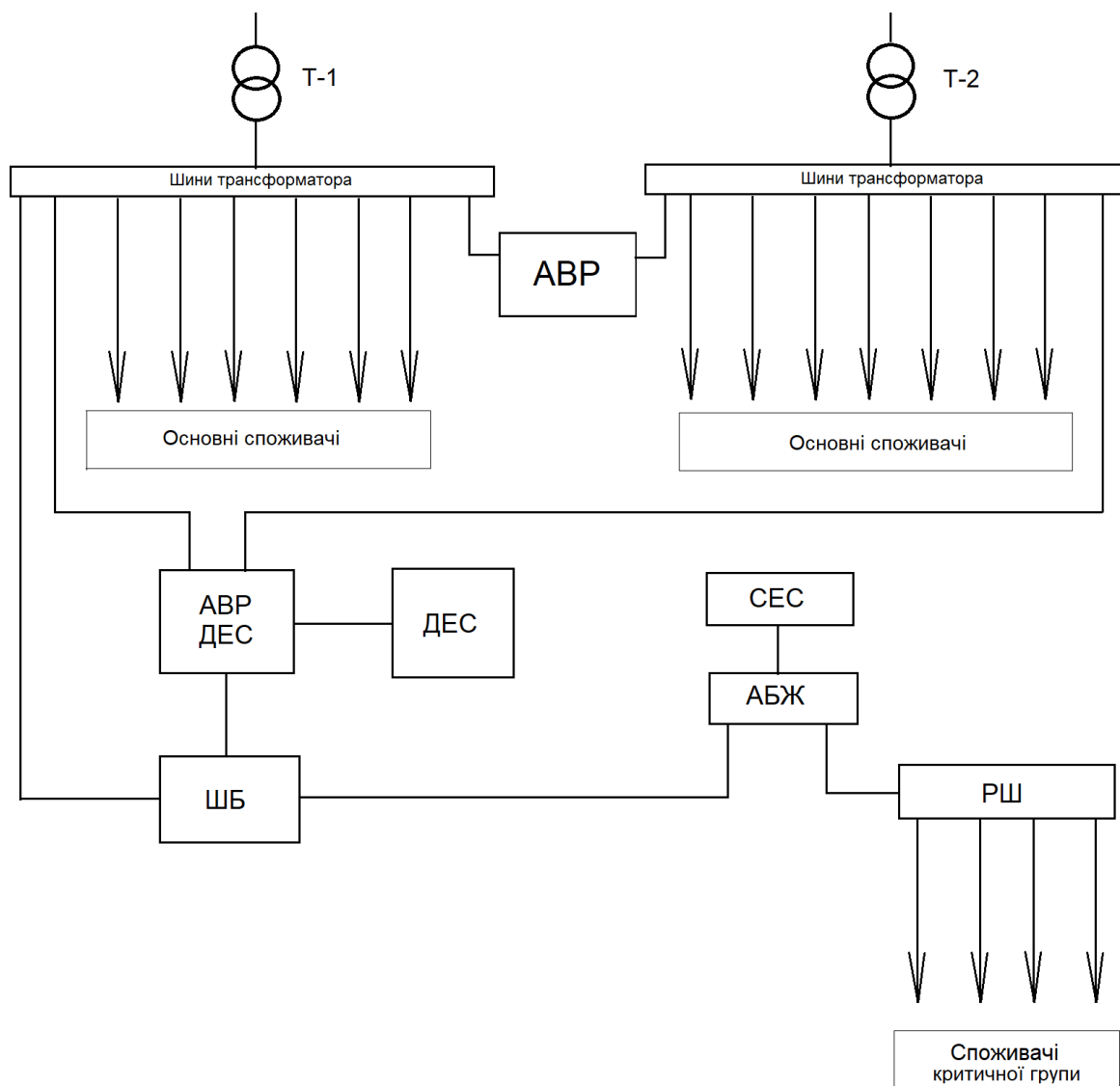


Рисунок 3.4 – Функціональна схема електроживлення підприємства із впровадженою локальною системою гарантованого живлення

З метою недопущення помилкової подачі напруги в розподільчі мережі 0,4 — 10 кВ, при увімкненні до роботи резервної ДЕС в загальні розподільні електромережі 0,4 кВ, власник ДЕС зобов'язаний:

- підготувати персонал для обслуговування ДЕС, забезпечити його інструкцією про взаємовідносини з районними кабельними

мережами (РКМ), оперативною і технічною документацією, захисними засобами та інструментом згідно норм, визначених „Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів” і „Правилами техніки безпеки, при експлуатації електроустановок споживачів” (ПБЕЕ);

- обладнати схему включення ДЕС в електромережу 0,4 кВ за технічними умовами ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» через двосторонній перехідний рубильник, що виключає можливість подачі напруги від ДЕС на шини розподільного щита ТП. Автоматичні ДЕС, що мають справне електричне блокування, дозволяється підключати до мережі без перекидних рубильників;
- на щиті керування ДЕС забезпечити постійний контроль наявності напруги з боку ТП, установивши для цього вольтметр чи електролампку;
- положення рукоятки перекидного рубильника на розподільному щиті ДЕС позначити наступними написами: верхнє — „мережа”, нижнє — „станція”;
- викликати інспектора відділення Енергозбуту для технічного обстеження ДЕС і місця її технічного приєднання до електромережі;
- скласти схему приєднання ДЕС і погодити її з РКМ ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» і відділенням Енергозбуту;
- надати до РКМ перелік осіб, що мають право оперативних переговорів, перемикачів, а також прізвище особи, відповідальної за експлуатацію ДЕС, їхню посаду і кваліфікаційну групу;
- зареєструвати ДЕС у РКМ і одержати дозвіл чергового диспетчера РКМ що до першого включення її в роботу;
- кожне включення до роботи та зупинку ДЕС робити тільки з дозволу чергового диспетчера РКМ. Якщо ДЕС має електричне блокування та вмикається до мережі автоматично, то про її

увімкнення (вимикання) необхідно повідомити диспетчеру, а також записати в журнал роботи ДЕС.

Відділення Енергозбуту та ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» зобов'язані:

- узяти на облік ДЕС;
- зробити технічний огляд ДЕС і скласти акт її технічного стану;
- погодити схему приєднання ДЕС;
- у випадку невиконання власником ДЕС своїх зобов'язань заборонити роботу ДЕС і опломбувати її.

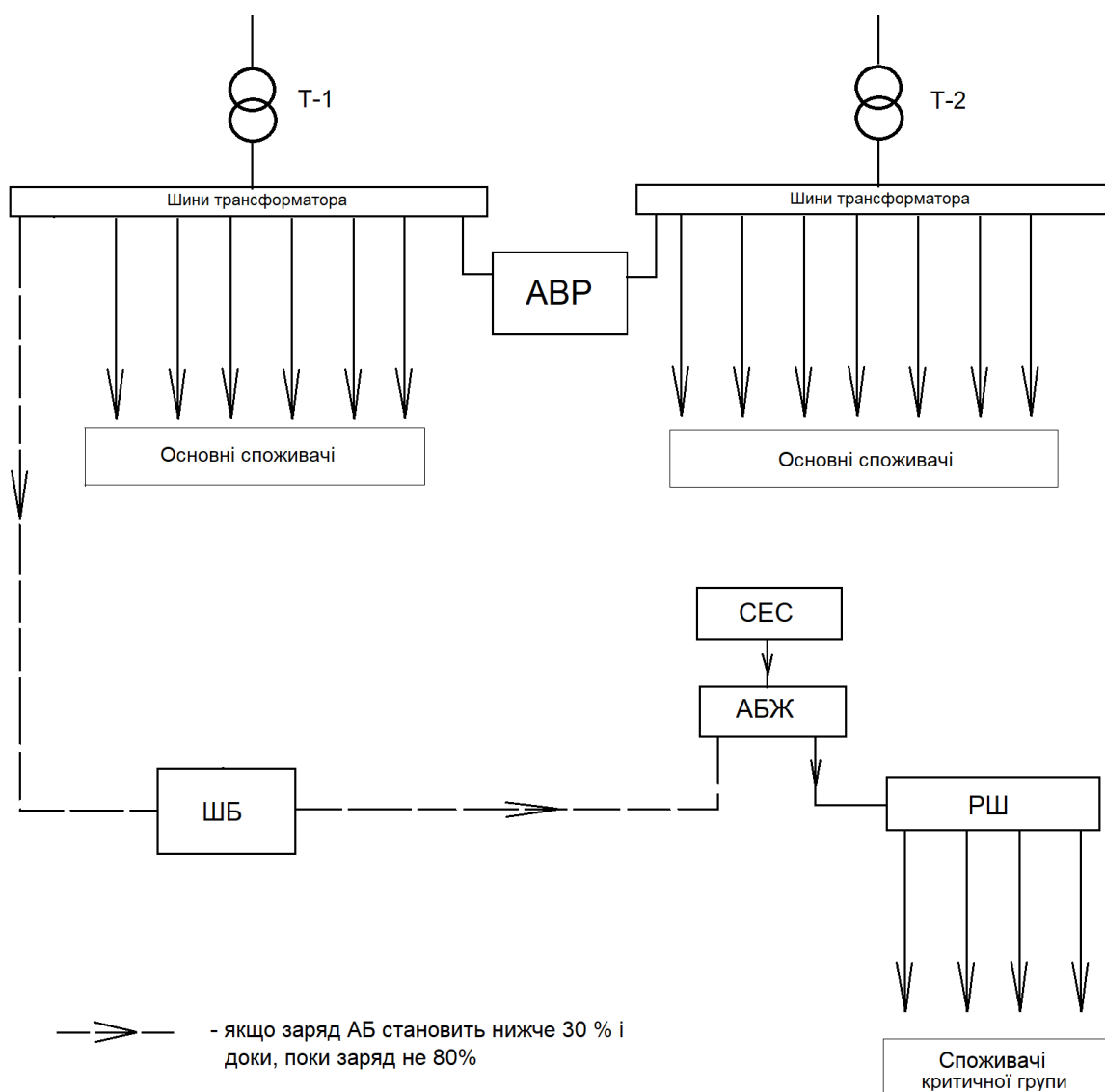


Рисунок 3.5 – Функціональна схема живлення підприємства у період можливості відбору електроенергії із мережі

Отже після наведення загальної схеми локальної СЕП, доцільно пояснити принцип її дії. Для початку розглянемо її функціонування коли живлення від мережі міста можливе та відбувається у повній мірі. Схема наведена на рисунку 3.5.

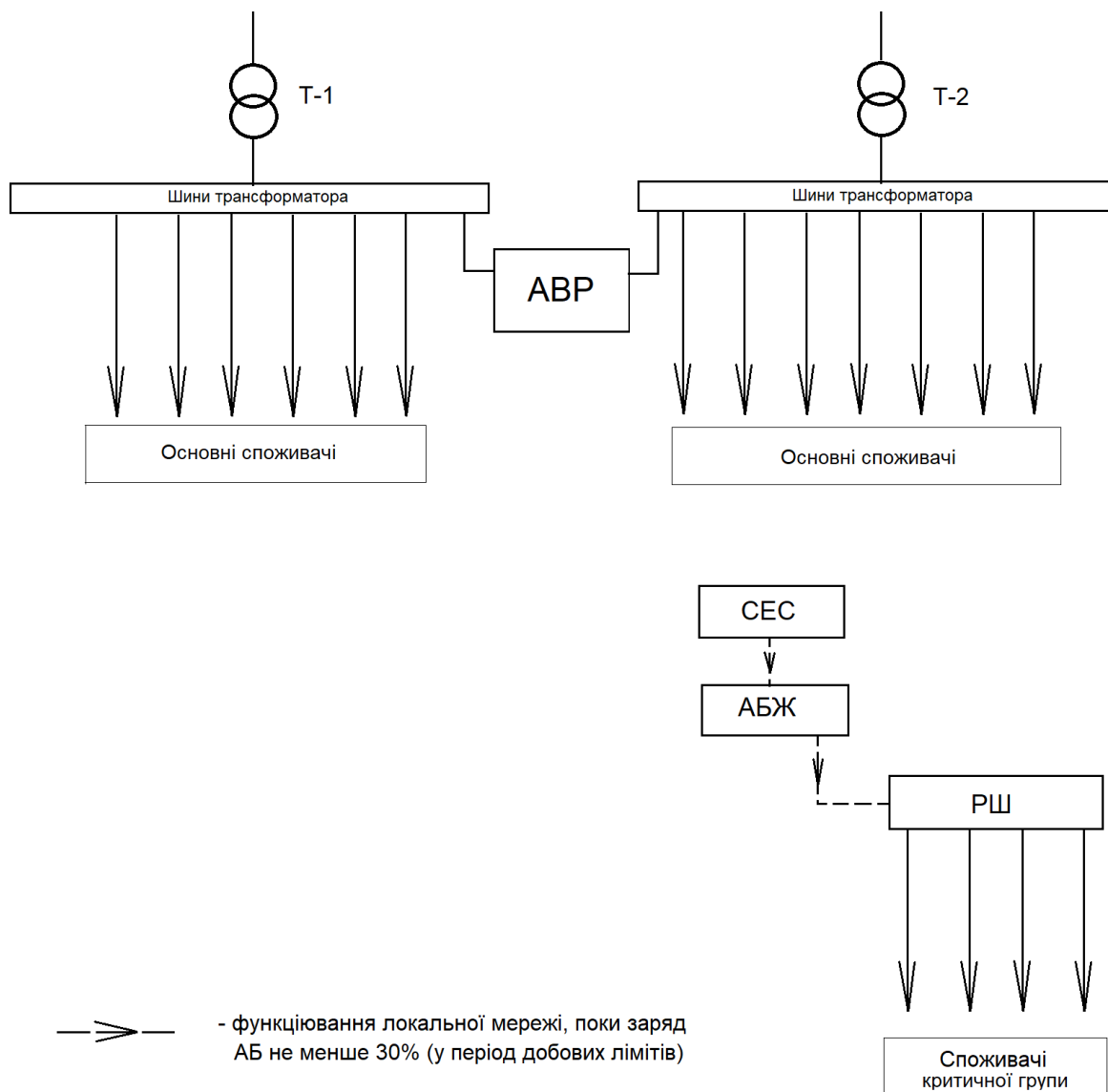


Рисунок 3.6 – Функціональна схема живлення споживачів підприємства у період коли треба виконати вимоги годинних лімітів

Видно, коли підприємство працює у звичайному режимі живлячись від ТП, сонячна електростанція генерує електроенергію та акумулює її завдяки АБ для живлення нею споживачів критичної групи у моменти відсутності електроживлення від мережі міста або у періоди добових лімітів

для зниження навантаження на мережу та задоволення вимог ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» щодо граничних величин споживання електричної потужності у ранкові та вечірні піки навантаження. Поки заряд акумуляторів не знизився нижче чим 30%, то споживачі критичної групи живляться виключно від накопиченої електроенергії від сонячної електростанції.

Саме на рисунку 3.6 зображена функціональна схема роботи під час задоволення величин добових лімітів, а саме живлення споживачів критичної групи, які найбільш чутливі до порушень електроживлення та відповідної якості електричної енергії і створюють базове споживання (навантаження) підприємства, суто електроенергією від АБЖ. До групи критичних споживачів можна віднести – адміністративну будівлю, котельню, силові установки ліфтів, установки холодильних, морозильних та низькотемпературних камер і деякі печі підприємства (тунельні).

Саме перехід на живлення суто від АБ споживачів критичної групи дозволить скоротити споживання електроенергії із мережі та задовольнити вимоги добових лімітів споживання. Накопичення електроенергії у АБ буде виконуватися попередньо вночі у автоматичному режимі до відмітки 100% заряду. Живлення у граничні періоди буде виконуватися суто від АБ до тих пір, поки заряд не опуститься нижче 30%, що буде неможливим при умові попереднього заповнення усіх АБ у повному обсязі. До речі, ємність акумуляторів (запас заряду) дозволить працювати споживачам критичної групи, суто від АБ, протягом 24 годин у повному обсязі і це ще не рахуючи паралельної генерації електроенергії від сонячних панелей.

Наведемо та пояснимо принцип роботи локальної системи коли живлення від одного трансформатора неможливе. Функціональна схема для цього випадку зображена на рисунку 3.7. Припустимо, що вийшов з ладу трансформатор №1, тоді спрацює АВР (із затримкою 5 сек.) на ТП та відновиться живлення споживачів, що живилися від шин першого

трансформатора, а у свою чергу критична група буде житися, як і жилася, від АБЖ, а саме від АБ, що накопичені електроенергією від СЕС. Тобто критична група взагалі ніяк не відчує перехід у роботі із двох трансформаторів на один (тільки на другий). Тим паче тепер, коли трансформатор №2 живить повністю усе підприємство, він не так перевантажений, як у момент коли критична група жилася тільки від трансформаторів підприємства (у момент коли один із них вийшов з ладу або на момент ремонту чи обстеження).

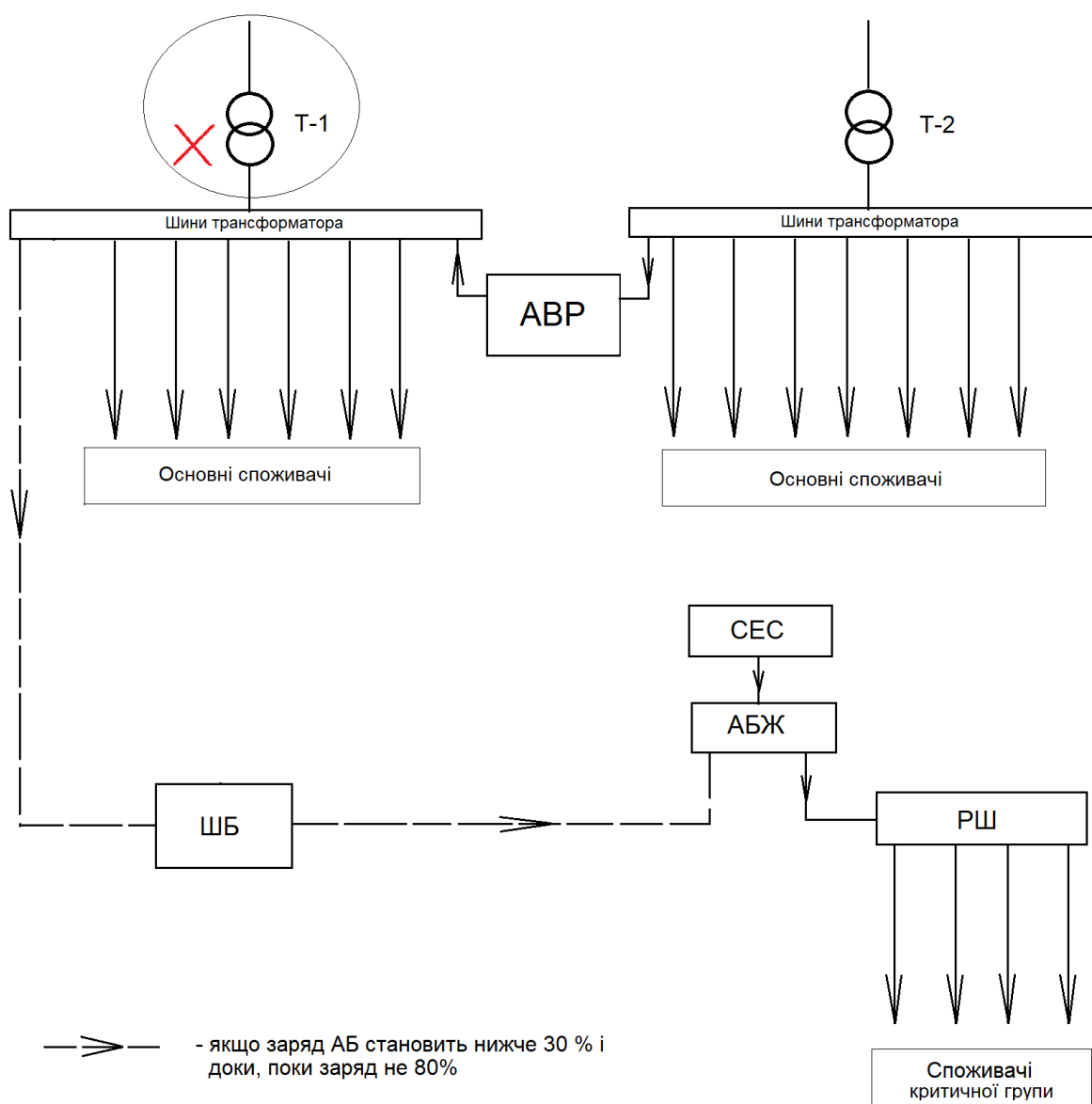


Рисунок 3.7 – Функціональна схема живлення підприємства у період коли живлення від одного з них неможливе

Нарешті наведемо функціональну схему живлення підприємства, коли живлення від міської мережі неможливе зовсім (рисунок 3.8), тобто розглянемо систему гарантованого живлення локальної СЕП та принцип її роботи.

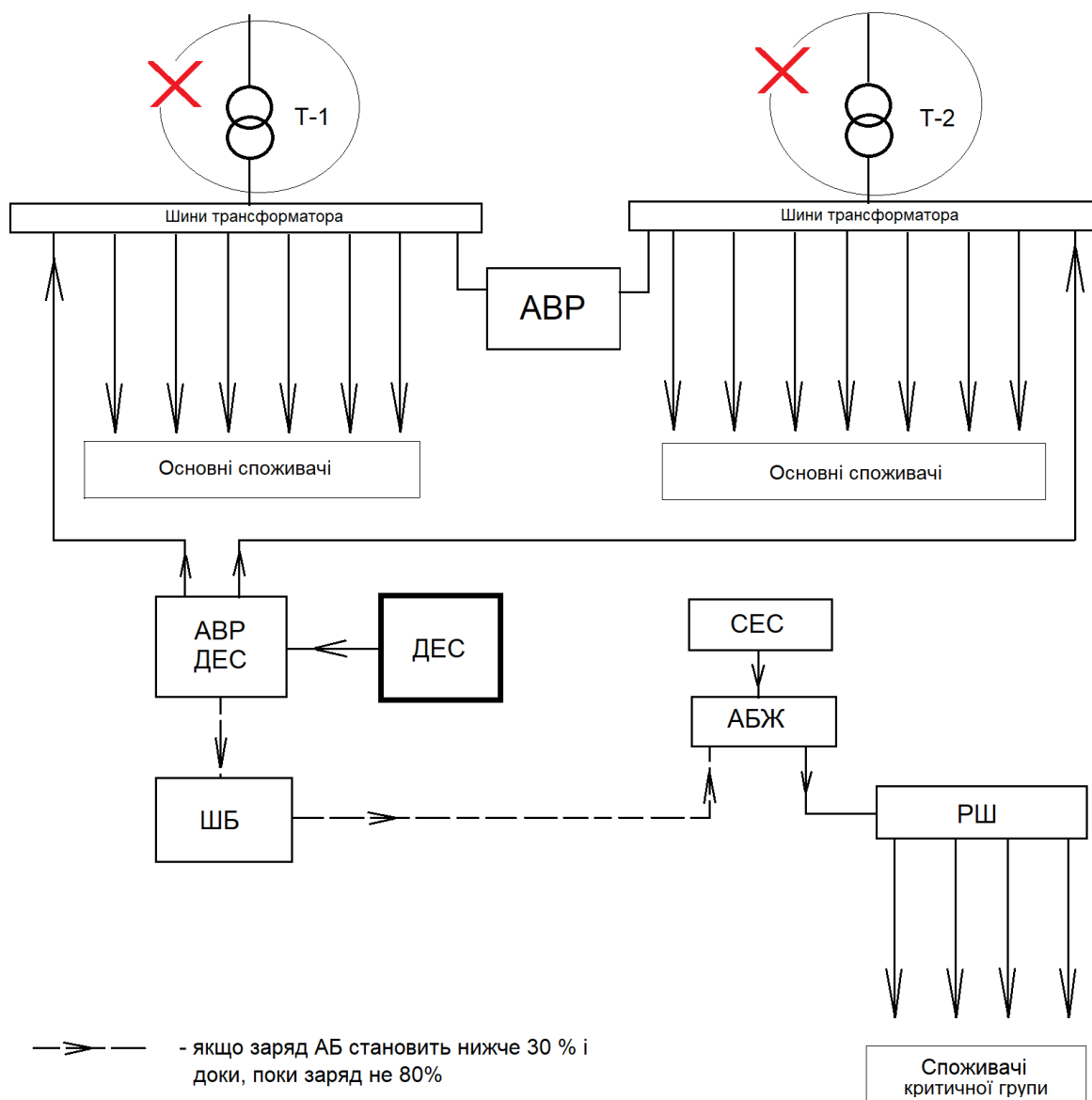


Рисунок 3.8 - Функціональна схема системи гарантованого електроживлення підприємства

Система гарантованого електропостачання (СГЕ) за своїм призначенням є резервною (аварійною). При відмові основного джерела електропостачання

(відсутність напруги на вводах обох трансформаторів), в роботу вступає устаткування СГЕ - дизель-генераторні установка (ДГУ), відбувається запуск ДГУ та спрацьовує АВР ДЕС, завдяки якому здійснюється живлення шин обох трансформаторів, не використовуючи АВР ТП. А під час пуску ДГУ живлення споживачів критичної групи все так і здійснюється за рахунок енергії АБЖ (аккумуляторних батарей). Як тільки заряд у АБ стає меншим за 30% - то електроенергія з ДЕС живить АБ поки заряд не буде дорівнювати 80%. Діаграма функціонування комплексу СГЕ у випадку відключення живлення та наступного відновлення основного електропостачання показана на рисунку 3.9.

Комплекс працює за наступним алгоритмом:

- до моменту відмови основного живлення, електропостачання підприємства відбувається із мережі у штатному режимі, споживачі критичної групи живляться суто від АБЖ (період – 1);
- після відмови основного живлення, виконується запуск ДГУ, яка за час, що не перевищує двох хвилин, виходить на номінальний режим роботи та приймає навантаження усього підприємства (період – 2);
- відбувається автоматичне перемикання органів безперебійного енергозабезпечення на живлення від СГЕ, робота підприємства суто від ДЕС протягом часу (період – 3);
- АБЖ може жити від ДЕС, можлива дозарядка аккумуляторних батарей, якщо їх заряд менше 30% (період – 3);
- при відновленні основного живлення, загальні споживачі підприємства переводяться на електропостачання від мережі, а споживачі критичної групи, як і у попередні періоди, живляться від АБ (період – 4);
- ДГУ зупиняється.

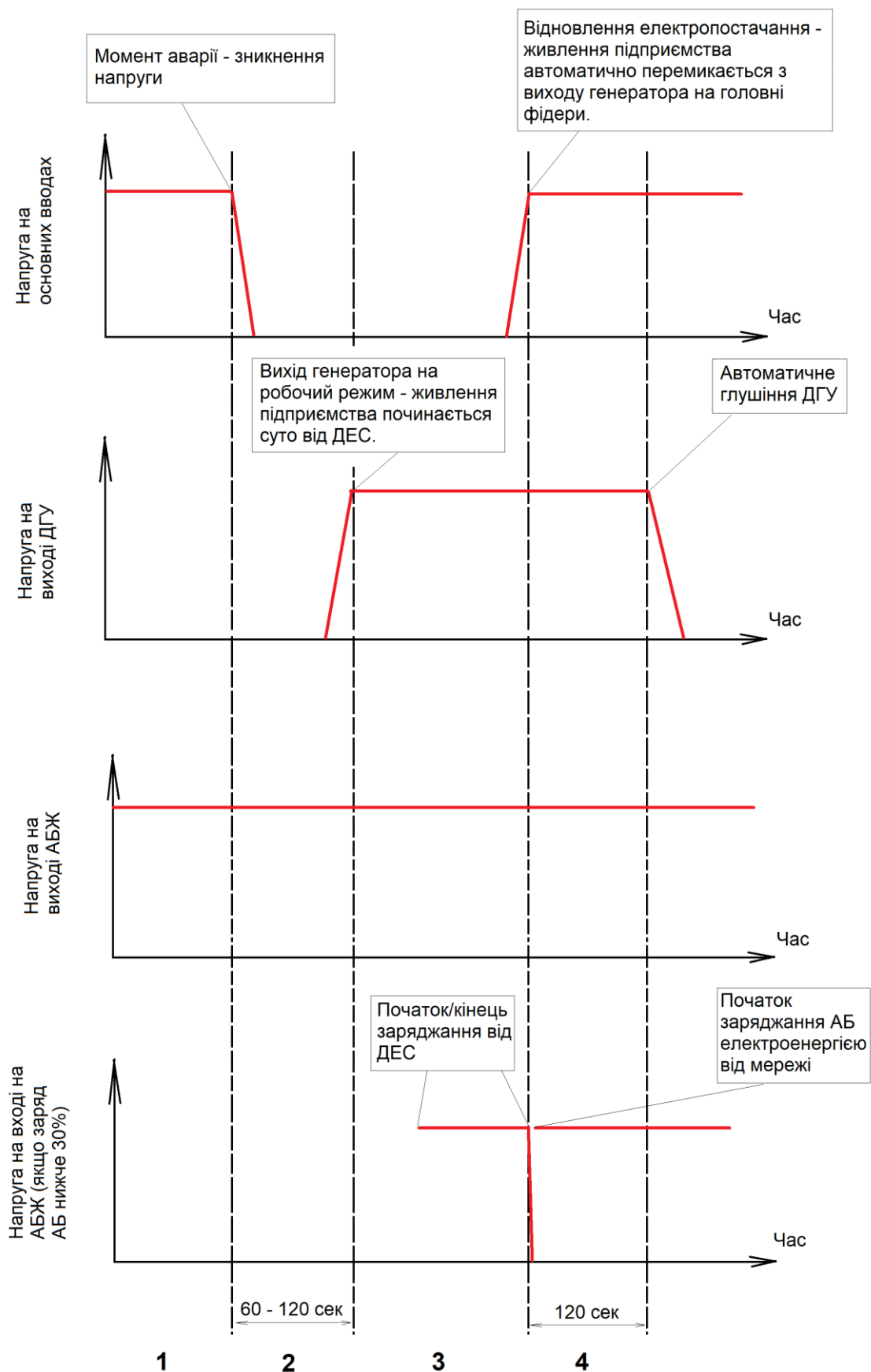


Рисунок 3.9 - Діаграма функціонування комплексу СГЕ у випадку відключення живлення

3.3 Управління введенням в дію системи гарантованого електропостачання та обов'язкове обладнання для формування локальної гібридної системи живлення

Для системи гарантованого електроживлення (СГЕ), так само як і для системи безперебійного електропостачання (СБЕ), справедливе поняття часу автономної роботи. У СБЕ час автономної роботи визначається ємністю АБ, у СГЕ - кількістю дизельного палива. Кількість палива визначається обсягом штатного бака, розташованого в станині, і додаткових баків [23]. Штатні баки мають різну ємність, залежно від моделі ДГУ, і, як правило, дозволяють працювати з номінальною потужністю протягом 6...8 годин.

Агрегат безперервного живлення, при зникненні напруги, забезпечує живлення струмоприймачів критичної групи за рахунок енергії акумуляторних батарей, що входять до його складу (у технічній літературі часто визначається терміном ИБП — источник бесперебойного питания, в англomовній літературі UPS — Uninterruptible Power System) [24].

Електростанція для автономного живлення — електростанція, яка використовуються в якості автономного джерела живлення для забезпечення різноманітних споживачів трифазною напругою 380 В, частотою 50 Гц, електроживленням в різних кліматичних зонах, з діапазоном температур від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Можуть експлуатуватися, як в приміщеннях так і на відкритому повітрі. У нашому випадку це звісно ДЕС.

АВР являє собою другий найважливіший елемент СГЕ. Без АВР неможливо організувати автоматичне перемикання живлення на ДГУ при відмові основного джерела електропостачання. Застосовувані в деяких випадках перекидні рубильники не є автоматичними апаратами й вимагають постійної присутності на об'єкті оперативного персоналу для здійснення необхідних перемикань [23]. Для комплексу СГЕ із застосуванням перекидних рубильників не є прийнятним рішенням. У деяких випадках

рішення на основі АВР можуть бути альтернативою рішенням на основі джерел безперервного живлення при побудові СБЕ.

Із АВР, що можна встановити у якості АВР ДЕС можна розглядати електромеханічний на контакторах. Вони являються найпоширенішими і мають досить високу швидкодію (десятки мілісекунд). Кількість вводів не принципово, не обмежено й визначається логікою роботи системи автоматики, керуючої контакторами, тим паче, при необхідності можуть бути реалізовані функції контролю рівня напруги, введені елементи регулювання затримок і схеми керування роботою ДЕС. Контроль рівня напруги необхідний для роботи автоматики за заданим алгоритмом: якщо напруга на робочому вході АВР впала нижче встановленого рівня, то автоматика визначає це як відключення напруги й робить перемикання навантаження на той вхід, де рівень напруги перебуває в припустимому діапазоні. Затримки часу на здійснення перемикання встановлюються для виключення зайвих перемикань на резервний вхід і назад у випадку короткочасного падіння напруги і його наступного відновлення. Керування роботою генератора необхідно для видачі сигналу на запуск ДГУ по закінченні необхідної витримки (затримки) часу у випадку відключення уведень від енергосистеми.

Відпрацювання блоку управління ДЕС наведено на рисунках 3.10, 3.11, 3.12 та 3.13.

На рисунку 3.10 зображена схема електропостачання навантаження усіх споживачів підприємства у нормальному режимі роботи СГЕ. Тобто поки через датчик наявності напруги від головних вводів обох трансформаторів у блоці управління (БУ) ДГУ буде протікати струм, доти не буде подаватися сигнал завдяки датчику генератора щодо його запуску та живлення усіх споживачів буде відбуватися у нормальному режимі від шин обох трансформаторів.

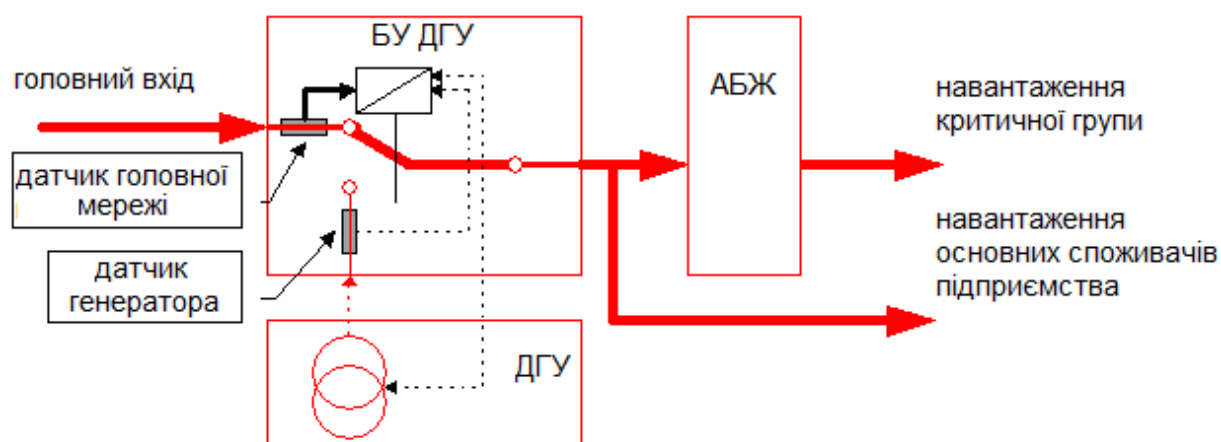


Рисунок 3.10 – Схема електропостачання навантаження у нормальному режимі роботи СГЕ

На рисунку 3.11 зображена схема БУ у момент зникнення напруги на шинах обох трансформаторів, тобто момент часу переходу СГЕ у аварійний режим роботи. Як тільки у БУ ДГУ зникає сигнал напруги від обох введів (це ідентифікує датчик головної мережі), тоді подається команда на запуск ДГУ. Споживачі критичної групи у цей час живляться від АБЖ, а споживачі підприємства мають тимчасову перерву у електроживленні тривалістю до 120 секунд – період часу передачі команд та поки ДГУ виходить на номінальний режим роботи.

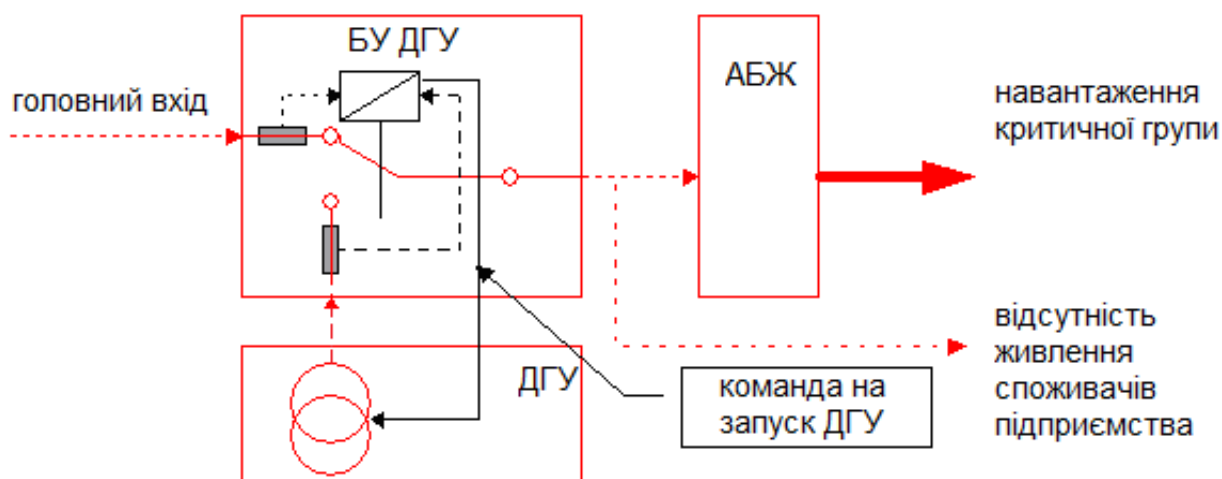


Рисунок 3.11 – Схема переходу СГЕ у аварійний режим

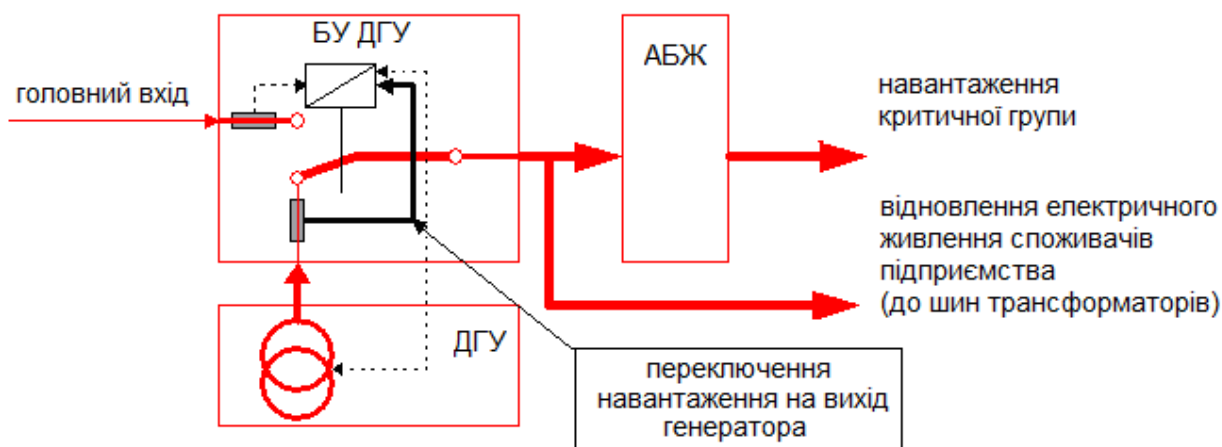


Рисунок 3.12 – Схема електропостачання навантаження споживачів підприємства у аварійному режимі роботи СГЕ

На рисунку 3.12 зображена схема електропостачання навантаження підприємства у аварійному режимі роботи СГЕ суто від ДЕС. Після отримання команди на запуск ДГУ, спрацьовує датчик генератора та відбувається запуск ДГУ. Після виходу ДГУ на нормальний режим роботи (частота і напруга в межах допуску), блок керування забезпечує перемикання контактором навантаження на вихід генератора і після спрацювання АВР ДЕС - ДЕС успішно приймає навантаження одночасно від шин обох трансформаторів.

На рисунку 3.13 зображена схема електропостачання навантаження споживачів підприємства у період появи напруги від хоча б від одного трансформатора на ТП. При усуненні аварії електропостачання підприємства, блок керування ДГУ по команді від датчика стану вхідної мережі перемикає контактором навантаження на основний вхід. Після відключення АВР ДЕС, навантаження споживачів підприємства автоматично переходить на мережу і після 120 секунд після відключення навантаження від ДГУ – відбувається автоматичне глушіння двигуна. Цей проміжок часу, протягом якого ДГУ працює без навантаження, дозволяє

швидко остудити генератор і двигун, що гарантує більш надійний запуск ДГУ при наступних аваріях.

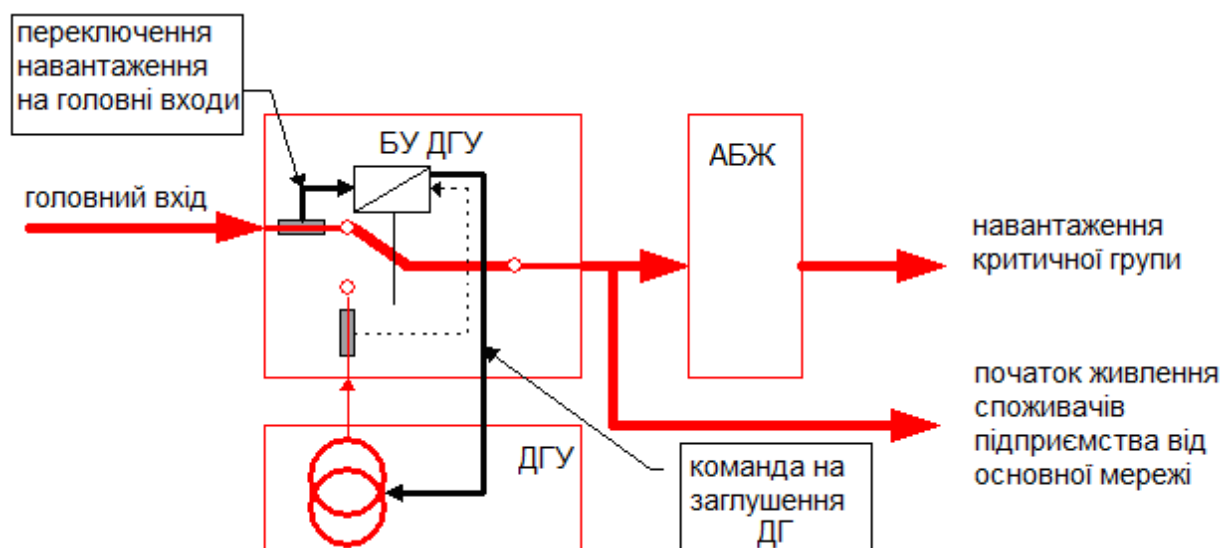


Рисунок 3.13 – Схема електропостачання навантаження при усуненні аварії

Оскільки споживачі критичної групи живляться від АБЖ, зокрема від акумуляторних батарей, із відповідними контролерами та автоматикою, операції із перемиканням контактора ДГУ ніяк не впливають на локальну мережу захищеного електропостачання.

Що стосується обладнання для формування локальної гібридної системи гарантованого живлення, то обов'язковими треба вважати:

- сонячні панелі, як джерело генерації електроенергії СЕС;
- інвертор, як пристрій перетворення постійного струму у змінний трьохфазний;
- акумуляторні батареї, як накопичувач електроенергії для живлення споживачів критичної групи;
- лінії постійного та змінного струму, для створення електричного зв'язку між елементами системи;
- контролер заряду, для контролю над струмом на виході із панелей та зарядом акумуляторів;

- дизель-генераторна установка;
- блок управління та запуску ДГУ;
- АВР ДЕС, на основі електромеханічного АВР на контакторах;
- шафа управління режимом роботи СБЕ на основі АБЖ;
- захисні та комутуючі апарати, для захисту кіл та відключення відповідних частин кіл згідно логічним алгоритмів.

Далі наведемо орієнтовані ціни на основні вузли локальної гібридної системи гарантованого електроживлення, щоб сформувати приблизну суму інвестицій на впровадження СГЕ підприємства, дані зведемо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Вартість основних елементів локальної гібридної системи гарантованого електроживлення

Найменування елемента СГЕ	Тип, марка	Кількість	Одиниця виміру	Сума, грн з ПДВ
Сонячні панелі	BlueSun BSG-300W	500	шт.	3 000 000
Ферми монтажні		500	шт.	400 000
Інвертор	SMA STP 200-10, 250 кВА	1	шт.	700 000
Акумуляторні батареї	Гелевий акумулятор ProLogix, 12V 250AH	500	шт.	5 000 000
Лінії постійного струму	PV кабель, 10 мм.кв.	2000	м	200 000
Лінії змінного струму	АВВГ 4x25 мм	2000	м	100 000
Контролер заряду	SMA Sunny Island Charger	4	шт.	148 000

Продовження таблиці 3.1

ДГУ	FG Wilson P1000P1, 1000 кВА	1	шт.	3 300 000
АВР СБЕ	Електромеханічний АВР на контакторах, 400 А	1	шт.	52 000
АВР ДЕС	Електромеханічний АВР на контакторах, 1000 А	1	шт.	120 000
Шафа управління режимом роботи СГЕ		1	шт.	210 000
Система моніторингу споживання та генерації	Sunny Manager та Sunny Port	2	шт.	100 000
Захисні та комутуючі апарати	Автоматичні вимикачі (диференційні)			96 000
Монтажні та налагодочні роботи			шт.	1 300 000
Лічильник трифазний	NIK 2303 APT2	2	шт.	6 000
Шафа розподільча	Sabaj	2	шт.	8 000
Всього:				14 740 000,00

Так як, на території підприємства є вільні площі котрі можна задіяти під функціонування сонячної електростанції, а саме, корисна вільна площа на крівлі колишнього хлібного цеху обсягом 6000 м², є можливість

встановити мінімум 500 сонячних панелей з полікристалу потужністю кожної 300 Вт загальною номінальною потужністю 150 кВт. Якщо є попит у електроенергії споживачів критичної групи, то першочергово живитися вони будуть напряму від СЕС через інвертор SMA STP 200-10 потужністю 250 кВА, а якщо попиту немає, а генерація продовжується – тоді заряд буде накопичуватися у 500 гелевих акумуляторні батареї загальною ємністю 125 000 А·год. Лічильники, що будуть враховувати генерацію СЕС та споживання від АБ, будуть типу NIK 2303 АРТ2 трифазні із можливістю дистанційного з'йому даних.

У якості ДГУ, як резервного джерела енергії для підприємства, використаємо FG Wilson P1000P1 потужністю 1000 кВА, що буде приводитися в дію панеллю перемикавання навантаження СТІ на основі електромеханічного АВР на контакторах.

Тобто функціонування такої локальної системи гарантованого електроживлення може забезпечити роботу підприємства при відключенні від мережі або при аваріях чи сервісних ремонтах елементів системи мережі. Також можна розглядати покриття попиту у електроенергії споживачів критичної групи завдяки електроенергії генеровану СЕС, які створюють базове навантаження на мережу та скоротити споживання із мережі, як у години добових лімітів, так і протягом доби.

Висновки до розділу

Враховуючи режим роботи, характеристику навантаження підприємства, детальний аналіз існуючої СЕП об'єкта, у цьому розділі були проведений аналіз методів та технічних заходів підвищення надійності електроживлення підприємства.

Були запропоновані варіанти створення локальних гібридних мереж електроживлення із різними джерелами живлення та конфігураціями в

залежності від географічних та цивільних можливостей. Із запропонованих модифікацій удосконалення існуючої СЕП можна вважати заміну існуючого АВР на тиристорний (електронний), що скорочує час перемикання до 0,3 секунд та впровадження СГЕ. Докладно розглядалися локальні системи електропостачання, що базувалися на: акумуляуванні енергії із мережі, СЕС, ВЕС, міні ГЕС, ДЕС. Критеріальним методом були визначені найбільш відповідні варіанти створення локальної гібридної мережі гарантованого живлення на базі ДГУ та системи безперервного живлення на основі АБ для неперервного живлення споживачів критичної групи до якої входять: адміністративна будівля, котельня, силові установки ліфтів, установки холодильних, морозильних та низькотемпературних камер і деякі печі підприємства (тунельні).

Наведені актуальні та перспективні схемні рішення СГЕ, функціональні схеми живлення для усіх режимів енергопостачання підприємства, а саме: у періоди нормального електропостачання із мережі, у періоди при відключенні одного із трансформаторів, у періоди відсутності електроживлення через основні вводи ТП об'єкта. Також були наведені принципи управління блоку керування запуском ДГУ при аварійному режимі роботи СГЕ та наведена відповідна часова діаграма та алгоритм щодо функціонування комплексу у різні моменти часу.

На основі проведеного аналізу щодо можливих технічних заходів задля підвищення надійності електропостачання, були обрана гібридна локальна мережа гарантованого живлення до складу якої входили наступні основні елементи: сонячні панелі, інвертор, акумуляторні батареї, ДГУ, АВР ДЕС.

Основною метою створеної моделі СГЕ є:

- забезпечення електроживлення усіх споживачів підприємства у повній мірі при відсутності електропостачання від мережі,

- скорочення періоду відсутності електроживлення до 60-120 секунд,
- забезпечення незалежного та безперервного живлення споживачів критичної групи електричною енергією відповідною якістю,
- розвантаження базового навантаження для задоволення встановлених годинних добових лімітів споживання,
- скорочення обсягів споживання електроенергії із мережі при нормальному режимі електропостачання завдяки локальної СЕС,
- забезпечення відсутності простоїв виробництва, переривання технологічного процесу виробництва та забезпечення відсутності прямих та непрямих матеріальних збитків від відсутності електроживлення підприємства.

4 СТАРТАП-ПРОЕКТ. ЛОКАЛЬНА ГІБРИДНА СИСТЕМА ГАРАНТОВАНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Етапи розроблення стартап-проекту

Стартап - нещодавно створена компанія, яка будує свій бізнес на основі інновацій або інноваційних технологій, володіє обмеженою кількістю ресурсів і планує виходити на ринок. Етапи розроблення стартап-проекту наведено в таблиці 4.1 [20].

Таблиця 4.1 - Етапи розроблення стартап-проекту

Маркетинговий аналіз стартап-проекту	<ul style="list-style-type: none"> - опис ідеї проекту та визначення загальних напрямів використання потенційного товару чи послуги; - аналіз ринкових можливості щодо реалізації; - розробка стратегії ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту на базі аналізу ринкового середовища.
Організація стартап-проекту	<ul style="list-style-type: none"> - складання календарного план-графіку реалізації стартап-проекту; - розрахунок потреби в основних засобах та нематеріальних активах; - формулювання потреби у матеріальних ресурсах та персоналі на основі визначення планового обсягу виробництва потенційного товару; - розрахунок загальних початкових витрат на запуск проекту та планових загальногосподарських витрат, необхідних для реалізації проекту.
Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту	<ul style="list-style-type: none"> - визначення обсягу інвестиційних витрат; - розрахунок основних фінансово-економічних показників проекту та визначення показників інвестиційної привабливості проекту; - визначення рівня ризикованості проекту, визначення основних ризиків проекту та шляхів їх запобігання.

Продовження таблиці 4.1

Заходи комерціалізації проекту	3 <ul style="list-style-type: none"> - визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів; - складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом; - планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок, планування системи заходів з просування в межах обраних каналів; - планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти.
--------------------------------	--

4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання

Ідея проекту полягає у створенні компанії, діяльність якої полягає у впровадженні готових комплексних моделей локальних гібридних систем електричного живлення (систем гарантованого електропостачання) на промислових підприємствах з метою мінімізації періодів часу, коли електроживлення об'єктів відсутнє, недопущення простоїв виробництва та матеріальних збитків.

Опис ідеї стартап-проекту наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Опис ідеї стартап-проекту

Опис ідеї	Напрямки застосування	Вимоги до користувача
Підвищення надійності електропостачання промислових підприємств, вибір варіантів локальних гібридних систем гарантованого електроживлення.	Комерційний - надання послуг із впровадження систем гарантованого електричного живлення (об'єктів дослідження) у існуючі СЕП підприємств	<ul style="list-style-type: none"> - Надання доступу до об'єкту; - Можливість проведення необхідного аналізу; - Можливість інтеграції локальної гібридної СЕП у СЕП об'єкта.

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї в порівнянні з пропозиціями конкурентів.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари / концепції конкурентів			W (слаб- ка сто- рона)	N (нейт- раль- на сто- рона)	S (силь- на сто- рона)
		Мій проект	Конку- рент 1	Конку- рент 2			
1	Комплексність	1	2	3	3	2	1
2	Оперативність	1	2	3	2	3	1
3	Сучасність	1	2	3		2, 3	1
4	Безпека та надійність	1	2	3		1, 2, 3	
5	Вартість	1	2	3		1, 3	2
6	Оптимізація витрат, знижки	1	2	3		1, 2, 3	

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту представлено в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Оцінка та аналіз методів та технічних заходів задля підвищення надійності електроживлення підприємства	Виконання оцінки факторів, які впливають на вибір елементів системи гарантованого електроживлення, а саме підбір відповідних джерел живлення. Аналіз отриманих результатів.	наявна	доступна
2	Розробка рекомендацій із технічних заходів підвищення надійності електроживлення підприємств	Проведення теоретичних досліджень, вивчення нових методів підвищення надійності електроживлення	наявна	доступна
3	Технічні заходи та комплексні моделі локальних гібридних систем гарантованого електроживлення	Здійснення технічних заходів та впровадження комплексних моделей локальних гібридних систем гарантованого електроживлення	наявна	доступна

Отже, технічна реалізація проекту можлива. Технології є наявними та доступними. Існує необхідність закупівлі ліцензійного програмного забезпечення та сертифікованого обладнання (елементів локальної гібридної системи електроживлення).

4.3 Аналіз ринкових можливостей реалізації стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	11
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	14,7 млн грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Повна інформація про існуючу СЕП підприємства, великі капіталовкладення у закупівлю обладнання, наявне ліцензійне ПЗ для розрахунку та проектування
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Згідно законодавства України
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	27 %

Визначення групи потенційних клієнтів, їх характеристики, та орієнтовний перелік вимог до послуги наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Характеристика потенційних клієнтів

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до послуги
Підвищення надійності електрозабезпечення промислових підприємств та інших споживачів електроенергії	Промислові підприємства-виробники, житлові комплекси, офісні та торгівельні центри	Залежить від фінансових можливостей клієнта	Скорочення часу до відновлення електроживлення об'єкта у повному обсязі

В таблицях 4.7, 4.8 представлено аналіз ринкового середовища.

Таблиця 4.7 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Недосягнення спрогнозованих результатів	Відсутність товарів та обладнання на території України; Неплатоспроможний ринок збуту	Налагодження виробництва деяких вузлів в Україні; Контролювати ціноутворення попиту
2	Конкуренція	Наявність товарів-замінників та аналогів	Реклама; Наведення критеріїв надійності
3	Попит	Відсутність попиту; Бажання споживачів задовольнятися існуючою СЕП із АВР	Реклама та наведення прямих та непрямих матеріальних збитків

Таблиця 4.8 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Новизна	Застосування нових, більш точних методів оцінки та аналізу надійності електроживлення	Витрати на вдосконалення технічного забезпечення, розробка нових логічних та комутуючих елементів
2	Комплексність	Комплексний підхід до підвищення надійності об'єктів, визначення суттєвого споживача.	Вдосконалення складової
3	Вдосконалення моделей	Застосування нових методів та технічних заходів	Підвищення конкурентоспроможності
4	Розширення ніші	Запропонування комплексні моделі СГЕ житловим будинкам, офісним та торговельним центрам	Розширення ринку збуту, гнучкість на ринку пропозиції

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку виконано в таблиці 4.9 [20].

Таблиця 4.9 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

№ п/п	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	Тип конкуренції: - чиста	Велика кількість підприємств даного профілю	Надання більш якісних послуг; залучення висококваліфікованих спеціалістів, надання комплексного підходу

Продовження таблиці 4.9

2	Рівень конкурентної боротьби: - локальний	Діяльність компанії спрямована на місцевого споживача, конкурувати за кордоном не рентабельно	Конкуренція в галузі впливає на попит. Можливими діями компанії є підтвердження якості наданих послуг, застосування програми лояльності, реклама
3	Галузева ознака: - внутрішньогалузева	Компанія надає послуги лише в енергетичній галузі	Вихід компанії на новий рівень. Розширення напрямків застосування методів в інших галузях
4	Конкуренція за видами послуг: - консультативна; - продуктова.	Надання консультації підприємств з питань підвищення надійності електроживлення. Побудова моделі СГЕ.	Підвищення кваліфікації персоналу. Вдосконалення та впровадження нових моделей із удосконаленими вузлами.
5	За характером конкурентних переваг - нецінова	Послуга не має фіксованої ціни. Розрахунок вартості залежить від типу заявлених робіт та складності виконання.	На ціну впливає безліч факторів.
6	За інтенсивністю - не марочна	На деяких підприємствах вже працюють певні системи гарантованого електропостачання. Також наявна конкуренція на ринку.	Жорстка конкуренція.

Детальний аналіз умов конкуренції в галузі виконано за моделлю М. Портера та представлено в таблиці 4.10 [20].

Таблиця 4.10 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Клієнти	Товари-замінники
Висновки:	Інші компанії, які надають послуги із впровадження систем гарантованого електроживлення	Вихід на ринок нових конкурентів	Підприємства, котрі бажають підвищити надійність електроживлення впровадженням автономної системи гарантованого живлення	Розробка та застосування більш вдосконалених схемних рішень із якісними вузлами та обладнанням

На основі аналізу конкуренції, наведеного в таблиці 4.10, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.3), вимог споживачів до товару (табл. 4.6) та факторів маркетингового середовища (табл. 4.7 - 4.8) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Новизна	Комплексний підхід та індивідуальний підхід до кожної СЕП кожного клієнта.
2	Якість	Відпрацювання автоматики та якість електроенергії – на високому рівні.
3	Термін виконання робіт	Досить швидко впровадження та запуск у дію СГЕ.

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.11) проведено аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.12) [20].

Таблиця 4.12 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін з компанією-конкурентом

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг послуг у порівнянні з іншою компанією-конкурентом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Новизна	10						V	
2	Точність та якість	10							V
3	Термін виконання робіт	13							V
4	Ціна	9				V			
5	Інформаційне забезпечення	11							V
6	Апаратна частина	15							V

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.13) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.12) [20].

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складено на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 4.13 - SWOT - аналіз стартап-проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> - новизна; - комплексний підхід; - якісне та надійне обладнання; - швидкість виконання заявлених робіт; - індивідуальний підхід; - кваліфікація розробників моделей. 	<ul style="list-style-type: none"> - складність налаштування кожного вузла; - невелика команда розробників моделей.
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> - підвищення швидкодії відновлення електроживлення; - вдосконалення моделей; - лояльність цін; - застосування нових схемних рішень. 	<ul style="list-style-type: none"> - конкуренція, наявність товарів-замінників (моделей-аналогів); - законодавчі обмеження; - патенти на продукти; - відсутність попиту.

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (табл. 4.10) [20].

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту представлено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Спільна робота з іншими підприємствами	Середня	7 місяців

4.4 Розробка стратегії ринкового впровадження проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.15) [20].

Таблиця 4.15 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти послуги	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові підприємства	Висока	Високий	Висока	Висока
2	Цивільні будівлі	Помірна	Середній	Середня	Помірна
3	Адміністративні будівлі	Низька	Слабкий	Помірна	Середня
Обрано: промислові підприємства					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) обрано цільову групу, для якої пропонується надання послуг. Для роботи в обраному сегменті ринку сформовано базову стратегію розвитку (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Стратегія спеціалізації	Концентрація на потребах одного цільового сегменту	Точність, якість, комплексність, оперативність надання послуги. Якісна апаратна частина та сервісне обслуговування. Висококваліфікований персонал.	Концентрований маркетинг

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17) [20].

Таблиця 4.17 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики послуги конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні, але частково так	Компанія здійснюватиме пошук нових споживачів та створюватиме конкуренцію на ринку у існуючих конкурентів	Так. Впровадження систем гарантованого електроживлення підприємства задля підвищення надійності електроживлення	Якість послуг, швидкодія відновлення електричного живлення, переведення частини споживачів на систему безперервного живлення, надання сервісу на обслуговування, розширення ніші та надання комплексних рішень.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до стартап-компанії та до продукту (табл. 4.6), а також в залежно-сті від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.16) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17) розроблено стратегію позиціонування (табл. 4.18).

Таблиця 4.18 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до послуги цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту
1	Досягнення очікуваного результату	Покращення та реклама	Новизна, унікальність, комплексність, надійність.	Раціональний, безвідмовний, ефективний.

Висновки до розділу

В даному розділі запропоновано стартап-проект, з метою реалізації виконаних досліджень. Ідея стартап-проекту полягає у створенні компанії, діяльністю якої є впровадження комплексних моделей та технічних заходів, тобто впровадження систем гарантованого або безперервного електроживлення споживачів об'єкта із метою підвищення електрозабезпечення промислових підприємств-виробників.

Виконаний маркетинговий аналіз стартап-проекту визначив загальний напрямок використання запропонованої послуги. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї проекту в порівнянні з пропозиціями конкурентів визначив сильні, слабкі та нейтральні характеристики ідеї проекту, що стало підґрунтям для визначення ідеї конкурентоспроможною.

Виконаний аналіз ринкових можливостей щодо реалізації проекту дозволив спланувати напрямки розвитку проекту. Групою потенційних клієнтів визначено промислові підприємства.

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку передбачає визначення впливу на діяльність підприємства. Визначено можливі дії компанії для підвищення конкурентоспроможності. Розроблено стратегії ринкового впровадження проекту.

ВИСНОВКИ

- 1) У дисертації проведений детальний аналіз діючої СЕП підприємства, режимів споживання електричної енергії і характеристик навантаження підприємства. Завдяки результатам дослідження були надані усі силові споживачі підприємства та складена однолінійна схема СЕП об'єкта із відповідними кабельними лініями та автоматами. Також встановлені споживачі енергії, що створюють базове навантаження на мережу та найбільш чутливі до перебоїв у енергоживленні.
- 2) На основі результатів дослідження та аналізу методів і технічних заходів підвищення надійності електроживлення підприємства були розглянуті варіанти локальних гібридних систем гарантованого електроживлення, враховуючи можливість впровадження її у діючу СЕП об'єкта із підключенням до магістральних шинопроводів у ТП. Виходячи із рисунків 2.4 та 2.5 видно, що пік навантаження на мережу являє собою у період часу з 9:00 до 16:00, що наводить на думку про встановлення сонячної електростанції, як паралельне джерело енергії для підприємства, тим самим знижувати навантаження на мережу міста у денний період (годинні ліміти для промислових споживачів), було запропоновано комплексний варіант локальної гібридної СГЕ на основі ДЕС та СЕС із підключення споживачів критичної групи до системи безперервного електроживлення на основі АБЖ.
- 3) Наведені актуальні та перспективні схемні рішення СГЕ, функціональні схеми живлення для усіх режимів енергопостачання підприємства, а саме: у періоди нормального електропостачання із мережі, у періоди при відключенні одного із трансформаторів, у періоди відсутності електроживлення через основні вводи ТП об'єкта. Також були наведені принципи управління блоку керування запуском ДГУ при аварійному режимі роботи СГЕ та наведена відповідна часова діаграма та алгоритм щодо функціонування комплексу у різні моменти часу.

4) Основною метою створеної моделі СГЕ є:

- забезпечення електроживлення усіх споживачів підприємства у повній мірі при відсутності електропостачання від мережі,
- скорочення періоду відсутності електроживлення до 60-120 секунд,
- забезпечення незалежного та безперервного живлення споживачів критичної групи електричною енергією відповідною якістю,
- розвантаження базового навантаження для задоволення встановлених годинних добових лімітів споживання,
- скорочення обсягів споживання електроенергії із мережі при нормальному режимі електропостачання завдяки локальній СЕС,
- забезпечення відсутності простоїв виробництва, переривання технологічного процесу виробництва та забезпечення відсутності прямих та непрямих матеріальних збитків від відсутності електроживлення підприємства.

5) Виконаний маркетинговий аналіз стартап-проекту визначив загальний напрямок використання запропонованої послуги. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї проекту в порівнянні з пропозиціями конкурентів визначив сильні, слабкі та нейтральні характеристики ідеї проекту, що стало підґрунтям для визначення ідеї конкурентоспроможною. Виконаний аналіз ринкових можливостей щодо реалізації проекту дозволив спланувати напрямки розвитку проекту. Групою потенційних клієнтів визначено промислові підприємства.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості та її місце в економіці держави / Г.М. Калетнік, О.В. Коваленко, А.А. Брояка – Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики, №8. – 2017.
2. Мартусенко І.В., Погріщук Б.В. Регіональна економіка: підручник / І.В. Мартусенко, Б.В. Погріщук. – Тернопіль: Крок. – 2015. – 626 с.
3. Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів на основі композитних сумішей / О.В. Макарова, – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Одеська національна академія харчових технологій – 2005р. – 1 ст. – 19 ст.
4. Інформація Держстату України «Індекси промислової продукції» (2013-2017 рр.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua
5. Інформація Держстату України «Об'єми реалізації промислової продукції за видами діяльності» (2013-2017 рр.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua
6. Методи оцінки збитку на підприємствах при виході з ладу електротехнічного обладнання. Монографія / Яковлєв А.І., Мозенков О.В., Кобелєв В.М. - Харків: ВВП «Контраст», 2012. – 120 с.
7. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, С.И. БУХКАЛО, П.А. КАПУСТЕНКО, Г.Л. ХАВИН. – Учебное пособие. – Харьков: НТУУ «ХПИ», 2005. – 460 с.
8. Підвищення надійності системи електропостачання ТОВ «МОДУЛЬ-Україна» / Ткач М.В. – Автореферат дипломної роботи. – Тернопіль: «ТНТУ ім. І.Пулюя», 2018. – 7 с.
9. Особливості формування активного споживача в сучасних електромережах / С.П. Денисюк, Т.М. Базюк – Стаття: Вісник Вінницького політехнічного інституту №3. – 2014.

10. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий [Текст] / А.К. Шидловский, Г.Я. Вагин, Э.Г. Куренный. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 224 с.
11. Указания по расчету электрических нагрузок : РТМ 36.18.32.4-92. – Офіц. вид. – М. : ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект», 1992. – 27 с.
12. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Москва.: Издательство «Высшая школа», 1989. – 366 с.
13. Особливості формування активного споживача в сучасних електромережах / С.П. Денисюк, Т.М. Базюк – Стаття: Вісник Вінницького політехнічного інституту №3. – 2014.
14. Накопители энергии в электрических системах: Учебное пособие для электроэнергетических спец. вузов. / Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, А. Г. Тер-Газарян.— Москва: Высш. шк., 1989.
15. Закон України про ринок електричної енергії, розділ XIII, стаття №65, редакція від 10.06.2018. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#n1784>
16. Бурков В. Н., Губко М. В., Новиков Д. А. Организационные механизмы управления в электроэнергетике / Управление развитием крупномасштабных систем [под ред. А.Д. Цвиркуна]. - М.: Издательство физико-математической литературы, 2012. С. 261-278. Режим доступу: http://www.mtas.ru/search/search_results_ubs_new.php?publication_id=18729
17. Электрические сети и системы: Учеб. Пособие для электроэнергет. спец. вузов./ Блок В. М. – М.: Высш. шк., 1986. – 210 с.
18. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / Кашкаров А.П. – М.: ДМК Пресс, 2011. – стр. 11-12.
19. ДБН В.2.5-23:2010: Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – 103 с.

20. Гавриш О.А., Солнцев С.О. Розроблення стартап-проекту: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей. К.: НТУУ «КПІ», 2016. - 28 с.
21. Мелешко Р.М., Вайнаров П.Р. Категорії споживачів електричної енергії визначеного об'єкту відносно надійності системи електропостачання. Праці Вінницького національного технічного університету, URL: <https://studopedia.org/13-96468.html>
22. Прудников А.М. Повышение надежности элементов системы электроснабжения: Автореферат диссертации кант.т.н.: 04.11.2015 / Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, Вознесенск. 2015. URL: <https://studfiles.net/preview/1850657/page:22/>
23. Стаття «Системи гарантованого електроживлення для телерадіокомпаній» URL: <http://ntt-energy.com.ua/ua/articles/production/sistemi-garantirovannogo-elektropitaniya-pomogut-bit-vsegda-v-efire-sge-ee-komponenti.html>
24. ДБН В.2.5-23:2010: Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – 23 с.
25. Ільниченко І.В. Стаття «Промисловість України» URL: www.turkaramamotoru.com/uk/-5968.html
26. Вигудов А.П. Стаття «Борошняні кондитерські вироби» URL: revolution.allbest.ru/cookery/00252888_0.html
27. Чайкова О.І., Мірошніченко Ю.Ю. Сучасний стан та перспективи розвитку кондитерської промисловості України. Вісник ХПІ. 2015. №4. С. 75-77
28. Документація ТОВ «ІЗОДРОМ» на АСКОВЕ «Енергоцентр» для ТОВ «Київський БКК», с.14-16
29. Кулик П.В. «Схеми та конструктивне виконання електричних мереж», Вісник ХПІ. 2014. №3. С. 32-33
30. Абраменко П.Р. Стратегічний розвиток промисловості України, Праці ВНТУ, Вінниця, 2010, С. 70-74